VITTORIO EM. III

FONDO PIZZOFALCONE

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio XXVII

Num.° d' ordine 176

10110 Palchetto

NAZIONALE
B. Prov.
II.
2016
R. BIBLIOTECA
VITT. EM. III
NAPOLI

19024

B. Prov. II 2016

Digitized by Google

611281

L'ART

DE

LEVER LES PLANS,

APPLIQUÉ à tout ce qui a rapport à la GUERRE, à la NAVIGATION & à l'ARCHITECTURE civile & rurale,

PAR DUPAIN DE MONTESSON,

NOUVELLE ÉDITION,

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE,

PAR J. J. VERKAVEN, Professeur de Mathématiques, Directeur d'une École secondaire.

A PARIS,

Chez BARROIS l'aîné & FILS, Libraires pour l'Architecture & l'Art militaire, rue de Savoie, N.° 22.

AN XII (1804).

PRÉFACE.

De toutes les applications que l'on peut faire des Principes de la Géométrie, il n'en est pas qui soient d'un usage plus général que celle qui met à portée de représenter sur le papier une étendue plus ou moins considérable de pays ou de terrain, en la réduisant à n'occuper qu'un espace déterminé. C'est l'objet des Cartes militaires ou topographiques, ou, en général de l'Art de lever les Plans.

Pour qu'une Carte ou un Plan soit bien fait, il faut que tous les objets qu'il doit contenir soient semblables à ceux qui existent effectivement sur un terrain, en conservant leur grandeur respective proportionnée à l'échelle du Plan.

La carte d'un pays, le plan des fortifications d'une ville, celui d'un poste ou d'un retranchement, le cours d'une rivière, ou seulement d'un ruisseau, la configuration d'un parc, d'un jardin, d'une forêt, etc., enfin le plan d'un édifice civil deviennent souvent la source de projets utiles, et conséquemment sont indispensablement nécessaires; les uns, à un Général en chef, afin de déterminer les meilleurs moyens à employer pour prendre une position la plus favorable à faire réussir des manœuvres militaires, à assurer

le gain d'une bataille ; les autres, à un Ingénieur militaire ou à un Architecte pour exécuter, d'après les localités, des ouvrages avantageux à l'État, au Public et aux Particuliers.

Entre tous les Géomètres qui ont écrits sur l'Art de lever les Plans, Dupain de Montesson, est un de ceux dont l'ouvrage a été le plus favorablement accueilli, les nombreuses éditions qu'on en a faites, en prouvent la bonté mieux que tout éloge ; les principes de cet Art y sont énoncés d'une manière, à la fois, si simple et si claire, que tout homme, pour peu qu'il connoisse les Élémens de géométrie et de trigonométrie, peut, sans autre secours, lever tous les objets, et même tous les détails.

La nouvelle édition que nous donnons au Public, est corrigée de tout ce que les précédentes pouvoient avoir de défectueux ; revue avec le plus grand soin, on l'a augmentée de beaucoup d'articles d'une utilité reconnue, tels que la description et les usages des instrumens qui n'étoient pas connus du temps de Dupain de Montesson, et qui ont été ou inventés, ou perfectionnés depuis ; on a aussi rapporté tous les calculs au nouveau système métrique. On a élagué différentes choses qui ne faisoient que ralentir la marche sans éclaircir les moyens, ou que les circonstances ont rendues inutiles. L'ouvrage, tel qu'il est actuellement, est bien celui de Mon-

lesson, mais dont l'esprit a été rajeuni et mis à la hauteur ou se trouve aujourd'hui la Science.

Les cartes et les plans doivent être tracés avec l'exactitude la plus scrupuleuse, et c'est l'objet qu'on a eu particulièrement en vue dans cet ouvrage, où l'on espère n'avoir rien laissé à desirer sur les moyens qu'il convient d'employer pour lever quelque plan que ce soit avec la plus grande précision.

On y enseigne d'abord à faire les observations nécessaires pour établir le canevas d'une carte, le moyen de connoître les distances respectives entre les objets, de quelle manière on détermine l'éloignement de chaque lieu d'un pays à une méridienne et à sa perpendiculaire, et comment il faut dresser les tables de ces distances, qui doivent servir à former le canevas d'une carte, ou à situer les points fondamentaux. On y donne les formules qu'on doit employer pour réduire les angles, soit à l'horizon, soit au centre de la station; tel est l'objet de la première partie de cet ouvrage.

La seconde contient la description et les usages des divers instrumens, dont on se sert pour mesurer les angles sur le terrain. On y trouvera après la description et l'usage du graphomètre un moyen de le vérifier. Vient ensuite le cercle à deux lunettes, ou cercle répétiteur qui donne la mesure des angles avec une précision qu'on ne sauroit

attendre des autres instrumens. M.rs Cassini, Méchain et Legendre l'ont employé avantageusement, en 1787, dans les observations qu'ils ont faites pour la jonction des observatoires de Paris et de Greenwich. En dernier lieu, M. Delambre en fit usage dans la mesure de l'arc du méridien, qui a servi à déterminer le mètre ou l'unité de mesure de longueur, d'où sont dérivées toutes les nouvelles mesures métriques. Cet instrument acquiert chaque jour un nouveau degré de perfection. M. Lenoir en a construit qui n'ont que six pouces, ou seize centimètres de diamètre, et qui donnent l'angle avec une précision telle que l'erreur ne peut être plus forte que de 10 ou 15 secondes. On a donné dans cette partie, le moyen de mesurer les angles doubles, quadruples, sextuples, octuples, etc. et tout ce qui peut faciliter l'usage d'un instrument qui doit remplacer le graphiomètre, donnant aux observations un degré de justesse qu'on ne peut atteindre avec ce dernier.

L'octant ou quartier de réflexion, le cercle de réflexion de Tobie Mayer, corrigé par Borda, la planchette et la boussole, ont trouvé leur place dans cette même partie; on a eu le plus grand soin de faire mention des cas où ces divers instrumens sont employés pour la navigation. On s'est étendu sur les usages de la planchette, pour établir 1.° le canevas d'une carte; 2.° pour

lever le détail d'un pays, ou d'un terrain, soit avec ou sans le secours de l'aiguille aimantée, même sans rien mesurer; 3.° enfin, on a indiqué les moyens de se servir des cartes imprimées pour en faire de détaillées.

Quand on voudra se servir de la boussole pour lever, on trouvera dans la même partie, la manière d'avoir, avec précision, le détail d'un terrain et de rapporter sur le papier les brouillons ou croquis qu'on auroit faits sur les lieux. On décrit ensuite les différentes sortes de boussoles en usage dans la navigation et la manière d'aimanter les aiguilles; les moyens de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en mer; celui d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays. Des réflexions de Dalrymple, sur les observations faites en mer avec l'octant ou la boussole, terminent cette seconde partie.

La manière de construire les cartes militaires, le détail très-circonstancié de tous les objets qui doivent entrer dans ces cartes, l'indication des meilleures cartes existantes, les connoissances nécessaires et indispensables pour dresser une carte militaire, ainsi que le mémoire qui doit l'accompagner, se trouveront dans la troisième partie; à la suite de quoi on a placé les moyens de lever les plans topographiques; celui d'un camp et des travaux offensifs et défensifs exé-

cutés par une armée; celui de l'intérieur d'une ville, de ses fortifications permanentes ou passagères, et des tranchées ou souterrains, qui doivent servir à sa défense.

Enfin, la quatrième partie contient tout ce qui a rapport à la levée des édifices civils et de leurs dépendances; la manière de tracer sur le terrain, les projets qui ont été imaginés dans le cabinet, soit pour des embellissemens, des décorations nouvelles, ou des constructions neuves, et le tracé des routes dans les forêts.

L'ouvrage de Dupain de Montesson est trop avantageusement connu pour nous étendre sur son utilité. Les longs services de cet auteur, comme Ingénieur-géographe militaire, toute sa vie consacrée à l'étude de son art, les Traités qu'il a publiés sur diverses matières, toutes relatives à la pratique du dessin et de la topographie; enfin, la justice qu'ont toujours rendue à ses talens, ses supérieurs et les compagnons de ses travaux, disent plus en sa faveur que tous les éloges.

Les articles nouveaux que nous avons ajoutés le rendent un des ouvrages les plus complets en ce genre, et il tiendra lieu à cet égard de plusieurs autres qu'il étoit indispensable de consulter, lorsqu'on vouloit s'instruire à fond dans un art que chaque jour on trouve à mettre en pratique.

PREMIÈRE PARTIE.

CONTENANT la manière de faire le canevas d'une carte ; de déterminer la distance des différens lieux d'un pays à une méridienne & à sa perpendiculaire ; & la réduction de l'angle à l'horizon & au centre de la station.

CHAP. I.er *Notions préliminaires*. . . . . page 1
CHAP. II. *Moyens à mettre en usage pour faire le canevas d'une carte*. 5
Mesurer une base pour faire le canevas d'une carte. 5
Manière de faire les observations nécessaires pour dresser le canevas d'une carte. . . . 6
CHAP. III. *Ordre dans lequel il faut écrire sur le registre les angles que l'on observe pour faire le canevas d'une carte*. 10
CHAP. IV. *Usage de la trigonométrie rectiligne dans le calcul des triangles*. 21
CHAP. V. *Rapporter des objets à l'égard d'une méridienne & de sa perpendiculaire*. . . 37
Moyens d'observer la direction d'une méridienne. 38
Moyen de déterminer la distance de chaque objet d'un pays à une méridienne & à sa perpendiculaire. 40
Usage des distances à la méridienne & à la perpendiculaire pour dresser le canevas d'une carte. 45
CHAP. VI. *Réduction des angles à l'horizon*. . . 48
CHAP. VII. *Réduction des angles au centre de la station*. 50

DEUXIÈME PARTIE.

CONTENANT la description & les usages des divers instrumens dont on se sert, soit pour mesurer les angles sur le terrain, ou en mer pour prendre les hauteurs des astres, & pour lever le détail des objets, dont les points principaux ont déjà été déterminés par la trigonométrie.

CHAP. I.er *Attentions qu'il faut apporter dans les mesures prises sur le terrain ; instrumens dont on fait usage pour mesurer les angles* 73

CHAP. II. *Du graphomètre ; de son usage & de la manière de le vérifier.* 75

CHAP. III. *Description du cercle à deux lunettes, ou cercle répétiteur.* 82

Usage du cercle répétiteur pour la mesure des angles sur le terrain. 85

Mesure de l'angle double. 89

Mesure de l'angle quadruple. 91

Mesure des angles sextuples, octuples, &c. 93

De la précision des mesures prises avec le cercle répétiteur. 94

CHAP. IV. *Description & usage de l'octant, ou quartier de réflexion.* 99

Usage de l'octant dans le relèvement des plans d'une étendue médiocre. 113

CHAP. V. *Description & usage du cercle de réflexion.* 119

CHAP. VI. *Description de la planchette, avec la manière de s'en servir.* 128

Manière d'établir avec la planchette le canevas d'une carte. 141

Défauts de cette méthode dans des cartes fort étendues. 142
De l'usage de la planchette pour établir des points intermédiaires. 146
De l'usage & des avantages de la planchette pour lever le détail d'un pays. 146
Manière de lever le détail avec la planchette. 149
Comment on vérifie sur le terrain le détail qu'on vient de lever avec la planchette. 150
De quelle manière on rectifie sur le terrain le détail qu'on prend avec la planchette, lorsqu'on y apperçoit de l'erreur. 151
Comment on découvre que l'aiguille aimantée ne prend pas son nord, & de quelle manière il faut se conduire en pareil cas. 152
Comment on lève avec la planchett, esans le secours de l'aiguille aimantée. 154
Manière de lever avec la planchette le détail d'un pays sans en rien mesurer. 157
Observations nécessaires pour que la carte d'un pays soit sans défauts d'intelligence. 164
Manière de dresser & de détailler une carte sur des indices. 165
Usage des cartes imprimées pour en faire de détaillées. 168
Des reconnoissances militaires, ou faites à vue 169
CHAP. VII. *Description & usage de la boussole dans la levée des plans.* 172
Moyen de lever le cours d'une rivière avec la boussole, au moyen d'angles qui n'excèdent pas 180 degrés. 174

Lever le détail d'un pays au moyen de la boussole. 175
Manière de lever le détail d'un pays, en supposant un nombre de degrés au-dessus de 180. 180
Autre manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole. 184
Remarque sur les cotes des brouillons. 184
Manière de rapporter sur le papier les brouillons de détail d'un pays levé avec la boussole. 185
Manière d'observer la direction de l'aiguille aimantée, & de la tracer sur le papier . . 186
Comment on rapporte les brouillons où l'on a distingué de quel côté de l'aiguille aimantée s'est trouvée la déclinaison. . . . 186
Comment se fait la vérification & la correction d'un détail. 190
Autre manière de rapporter les brouillons, où l'on a examiné de quel côté de l'aiguille aimantée se sont faits les angles. . . 192
Comment on rapporte les brouillons levés avec la boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite d'un alignement & la gauche de l'aiguille aimantée. 194
Méthode pour rapporter à la fois plusieurs opérations faites & marquées sur le brouillon du détail d'un pays levé avec la boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite du rayon & la gauche de l'aiguille aimantée. 197

Comment on rapporte les opérations de la boussole, à mesure que l'on s'en sert sur le terrain. 200
Avertissement sur la levée du détail d'une carte. 201
Différentes sortes de boussoles en usage dans la navigation. 203

CHAP. VIII. *Manière de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en mer, & de les assujettir à une côte.* 216

CHAP. IX. *Manière d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays, & d'en former une table fort intelligible.* 225
Explication d'une table d'itinéraire. . . . 226
Itinéraire de la route d'Arlo à la Fare, dans laquelle on a observé le temps employé à parcourir les plaines, les montées & les descentes. 228
Retour de la Fare à Arlo, en observant de même le temps employé à parcourir les plaines, les montées & les descentes. . . 229
Du figuré d'un itinéraire & de l'ordre de marche des troupes d'une armée. 231

CHAP. X. *Réflexions de Dalrymple sur les observations faites en mer avec l'octant ou la boussole.* 232
Remarque sur la propagation du son. . . . 238

TROISIÈME PARTIE.

MANIÈRE de construire les cartes militaires.

CHAP. I.er *Détail des objets qui doivent entrer dans les cartes militaires.* 241

Connoissances nécessaires pour bien établir une carte militaire. 244

Des montagnes. 251

Des eaux. 253

Des villes. 254

Des villages. 255

Des chemins. 256

Des bois & des haies. 257

Des côtes. 258

Des camps. 260

Des productions du pays. 261

Des quartiers d'hiver. 262

Des langues. 264

Des travaux accessoires. 264

CHAP. II. *Des plans topographiques.* 267

CHAP. III. *De la manière de lever le plan d'un camp.* 272

Principe fondamental pour lever avec la planchette, sans mesurer le détail. . . . 277

Manière de lever le cours d'une rivière, en se servant de la planchette. 281

Manière d'avoir la figure & le détail d'une certaine étendue de pays & d'un poste. . 285

Moyen particulier, dont on peut se servir, pour avoir à peu près la largeur d'une rivière. 286

CHAP. IV. *Principaux articles qui doivent faire l'objet d'un mémoire relatif à une carte dressée pour le service militaire.* 287
Table où l'on verroit les lieux & les ressources d'un pays. 289
Explication de cette table. 289
Remarque sur cette table & sur les moyens d'en dresser de justes. 290
CHAP. V. *Manière de lever le plan d'une tranchée.* 292
Comment on doit lever le plan des communications souterraines. 296
Comment on lève le plan des fortifications passagères. 298
CHAP. VI. *Manière de lever le plan d'une ville.* . 301
CHAP. VII. *Méthode de lever le plan des fortifications permanentes.* 306
CHAP. VIII. *Des cartes de quartier d'armée.* . . . 313

QUATRIÈME PARTIE,

QUI contient la manière de lever le plan des édifices civils & de leurs dépendances, avec la méthode d'en tracer les projets sur le terrain, & de tracer des routes dans les forêts.

CHAP. I.er *Comment on lève le plan des édifices civils.* 314
Moyen qu'on doit employer pour avoir le centre & le rayon d'une tour, afin de la lier avec précision au plan de l'édifice, dont elle fait partie. 316
Comment on lève le plan de ce qui dépend & tient à un édifice. 320

Comment on rapporte sur un papier le brouillon d'un édifice & celui des choses qui y tiennent, afin d'en former un plan exact. 322

CHAP. II. *De la manière de tracer les projets sur le terrain.* 323

Manière de tracer sur le terrain le projet d'un édifice civil, & celui des choses qui appartiennent à l'architecture champêtre. 324

Usage de la planchette pour tracer un projet sur le terrain. 325

Manière de tracer sur le terrain un projet de fortification. 325

Manière de tracer sur le terrain un projet de jardin. 328

Manière de tracer des routes dans les forêts. 330

L'ART

L'ART
DE LEVER LES PLANS.

PREMIERE PARTIE.

CONTENANT la manière de faire le canevas d'une Carte ; de déterminer la distance des différens lieux d'un pays à une méridienne & à sa perpendiculaire ; & la réduction de l'angle à l'horizon & au centre de la station.

CHAPITRE PREMIER.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

ON a cru devoir commencer cet ouvrage par quelques notions sur les moyens de déterminer un point ou un lieu sur la surface du globe terrestre, & pour cela donner les définitions & les usages des lignes qu'on y suppose tracées.

On connoît la position d'un pays, d'une commune, enfin d'un point géographique quelconque, par l'intersection perpendiculaire de deux arcs de grands cercles, ou tracés effectivement sur le globe, ou supposés tracés.

L'un des grands cercles qui se trouvent sur le globe terrestre (*fig. 1*), est l'équateur; ses pôles & son axe

sont les pôles mêmes & l'axe de la terre, qu'il coupe en deux parties égales.

La partie du globe qui se trouve par rapport à nous, au-delà de l'équateur, est nommée *hémisphère méridional* ou *austral;* & celle qui est tournée au nord, s'appelle *hémisphère septentrional* ou *boréal.*

L'autre grand cercle passe par les pôles de la terre; il est perpendiculaire à l'équateur, & se nomme *méridien.*

L'équateur pouvant être coupé de la même manière à tous ses points, il s'ensuit qu'il y a une infinité de méridiens, que par conséquent chaque lieu sur la terre à son méridien particulier, qui est aussi celui de tous les endroits situés sur le même cercle.

Mais entre ces méridiens, il en est un qu'il faut distinguer; on le désigne par *premier méridien*, ou *grand méridien.* Il passe par l'*Ile de Fer*, la plus occidentale des Canaries; & c'est de lui que, d'occident en orient, on compte de dix en dix les autres méridiens. Sur les cartes françaises modernes, on emploie le méridien qui passe par l'observatoire de Paris.

La distance de ce premier méridien à chacun des autres, est ce qu'on nomme *longitude;* & la distance de l'équateur à un point quelconque d'un méridien, est ce qu'on nomme *latitude.*

La latitude est méridionale, quand on va de l'*équateur* vers le *pôle antarctique;* elle est septentrionale, quand on va vers le *nord*, ou vers le *pôle arctique.*

Lorsqu'on connoît la longitude d'un lieu & sa latitude méridionale ou septentrionale, il est facile de trouver ce lieu sur une mappemonde ou sur une carte;

pour cela, depuis le premier méridien, on compte sur l'équateur le nombre de degrés & de minutes de sa longitude; de l'extrêmité de cette longitude, on remonte sur le méridien qu'on peut imaginer, ou tracé, ou passer par ce point, jusqu'à ce que l'on soit au nombre de degrés & minutes de la latitude méridionale ou septentrionale; & c'est-là où l'on trouve le lieu qui est indiqué. Les Astronomes ont construit des tables, dans lesquelles on trouve, avec autant de précision que la nature des observations a pu le permettre, les longitudes & les latitudes des principales villes des quatre parties du monde.

Une carte, dont le canevas est établi d'après les observations & les calculs astronomiques, de sorte que chaque lieu principal du pays qu'elle représente s'y trouve placé selon sa longitude & sa latitude, est suffisante à certains égards; mais une semblable carte ne peut servir pour exécuter des projets & des manœuvres où il importe de connoître la nature d'un pays, & la position des moindres objets qu'il renferme; beaucoup de circonstances exigent que l'on connoisse les communications d'une ville à un bourg ou à un village, d'un village à un autre; la position d'un château, d'une maison, d'une ferme, d'un moulin, d'un pont, d'un gué, d'un bois, &c.

Tous ces détails sont du ressort de l'Ingénieur militaire, c'est par le tableau qu'il fait d'un pays, que toutes les choses essentielles se trouvent à leur place respective; c'est sur ce plan que le Général, commandant l'armée, doit se diriger pour l'attaque ou la défense du pays qu'il veut conquérir ou défendre;

il doit y trouver les routes à suivre pour déposter l'armée ennemie, pour la prévenir dans ses marches, lui couper sa retraite, ou la faire rétrograder; c'est sur son travail que le Général en chef voit les lieux d'embuscade, dont il pourra faire usage pour arrêter les partis, pour protéger ses convois, intercepter ceux des ennemis, & qu'il doit voir encore l'emplacement des ponts & des gués qu'il faudra garder ou rompre, afin de les interdire à l'ennemi.

Les Ingénieurs militaires que le Gouvernement juge à propos d'envoyer aux armées, doivent s'occuper d'abord de tout ce qui a rapport au campement de l'armée; & successivement des différentes positions qu'elle peut prendre suivant les circonstances; selon le temps & l'importance de l'objet, ils détaillent avec soin la droite & la gauche du camp, l'intérieur, la tête & la queue, ils rendent compte de leurs opérations au Général en chef, commandant l'armée.

Ils doivent aussi lever le plan des *lignes*, des *retranchemens* & des *postes importans*, ou par leur situation, ou par le nombre considérable de troupes qui pourroient s'y loger, & par-là même assurer l'armée & les mouvemens qu'elle peut faire pour pénétrer chez l'ennemi.

Les Ingénieurs militaires sont ordinairement chargés de lever le plan d'une tranchée, & en général de tout ce qui peut contribuer à l'attaque & à la défense des places.

Suivant la nature de l'entreprise, & le temps dont l'on peut disposer pour l'exécuter, l'Ingénieur emploie différentes méthodes pour avoir le canevas & le détail

de ses cartes. Nous allons développer divers moyens que l'on pourra mettre en usage, d'après les circonstances particulières où l'on se trouvera.

CHAPITRE II.

Moyens à mettre en usage pour faire le canevas d'une Carte.

Lever la carte d'un pays, d'un département, le plan d'une ville, d'une maison & ses dépendances, &c., c'est en représenter la figure en petit dans les proportions qu'elle a en grand : la *géométrie élémentaire* & la *trigonométrie rectiligne* fournissent des règles certaines pour l'exécution de ce dessin. Nous supposons connus les principes de géométrie & de trigonométrie, n'ayant pour but que d'en montrer l'application.

Mesurer une base pour faire le canevas d'une Carte.

(1.) Pour établir le canevas d'une carte, c'est-à-dire, pour rapporter sur un papier tous les principaux objets d'un pays, tels qu'ils sont les uns à l'égard des autres, il faut former une suite de triangles dont les côtés soient les plus longs que les localités puissent permettre. On commencera d'abord par mesurer, avec un très-grand soin & sur un terrain plat, la plus grande longueur en ligne droite qu'il est possible, & qu'on nomme *base*.

(2.) Nous observerons que s'il est possible de mesurer la distance entre deux objets fixes & bien visi-

bles, on doit préférer ce parti, & en faire la base du travail; il dispense de planter des signaux aux deux extrêmités de la mesure fondamentale, qui s'apperçoivent quelquefois difficilement, ou que le vent ou des personnes mal-intentionnées peuvent abattre; il convient de vérifier cette longueur en réitérant la même opération, & en y employant un nombre suffisant de personnes qu'on divise en plusieurs bandes, qui font chacune le même toisé qu'elles se communiquent réciproquement.

Si chaque bande trouve une même longueur, il est certain qu'on a la mesure exacte de la base; mais s'il y a quelque différence entre les mesures, il faudra en tenir compte, & en prenant un terme moyen entre ses différences, on aura la longueur de la base avec une exactitude assez rigoureuse.

Au surplus, on concevra facilement comment il faut se conduire, en supposant qu'il est question de faire le canevas de la carte du pays représenté par la deuxième figure.

MANIÈRE de faire les observations nécessaires pour dresser le canevas d'une Carte.

(3.) Supposons qu'il s'agisse de faire la Carte d'un pays, ou de rapporter sur le papier la position des lieux, tels que *Ablon*, *Brienne*, *Cailly*, *Ervée*, *Dienville*, &c. &c. (*fig.* 2).

On commencera par s'élever le plus qu'il sera possible, en montant sur une tour ou un clocher, d'où l'on pourra découvrir la plus grande partie des endroits, dont l'on veut connoître la position; on se

transportera même aux différens lieux où il sera nécessaire pour prendre une connoissance légère de tous ces objets, on les dessinera grossièrement sur un papier : ce premier dessin qu'on appelle *croquis* ou *brouillon*, servira à marquer les différentes mesures qu'on prendra dans le cours des opérations ; on aura soin d'indiquer la position de chaque endroit, en écrivant exactement le nom du village, ou en général de l'objet que l'on doit rapporter.

On fera un registre sur lequel on notera l'espèce d'objet sur lequel la lunette est dirigée ; si c'est une tour, une ferme, une maison, un clocher, ou un moulin, &c.

Si c'est un clocher, il faut désigner s'il est terminé en flèche ou autrement, afin de le reconnoître soi-même, & de n'être pas trompé par les indicateurs.

Si c'est une maison, il faut marquer le point où l'on dirige le rayon visuel, c'est-à-dire, indiquer si c'est à une tour, à un donjon, à un colombier, ou à tout autre chose.

Si c'est une ferme, ou un moulin, ou un colombier, ou un arbre, il faut pareillement les distinguer par leur nom, ou de tout autre manière.

Il convient encore de noter sur le registre à quelle distance on juge à peu-près les objets, afin de ne pas confondre ceux qui se ressemblent, ou qui ont le même nom, ou qui peuvent se trouver dans la même direction.

(4.) Pour commencer à faire le canevas de la carte d'un pays, nous supposerons qu'entre *Flers* & *Orval*, on a rencontré un terrain commode, où l'on a me-

suré la plus grande base qu'il a été possible, que l'on a dirigée dans l'alignement de ces deux objets; l'une de ses extrêmités *A*, étant l'alignement de *Méry* à *Bacourt*, située au-delà & en déçà du *point A*, supposons que la longueur de cette base a été trouvée de 2500 mètres.

Nous supposerons aussi que les observations ont été faites, soit avec un graphomètre à deux lunettes, soit avec le cercle répétiteur. On placera l'instrument de manière que son centre tombe sur le *point A*, & sa lunette fixe soit dirigée dans l'alignement *AB*, sur le signal placé au *point B* que l'on nomme *premier pointé* (tous les endroits sur lesquels on fixe la lunette ou l'alidade inférieure, sont des *premiers pointés;* de sorte que dans le tour de l'horizon, il y a autant de ces *premiers pointés* qu'on a changé de fois la lunette immobile). Ayant donc fixé la lunette sur le *point B*, où l'on aura fait planter un signal, on dirigera l'autre lunette successivement sur tous les lieux que l'on pourra appercevoir du *point A*, tels que *Danval*, *Bacourt*, *Beaupré*, &c.; après chaque observation, on écrira sur le registre l'angle que fait la base avec le rayon visuel passant par le lieu que l'on vient d'observer.

(5.) Par exemple, si en dirigeant successivement la lunette mobile à *Danval*, *Bacourt*, *Beaupré*, &c. on compte sur le limbe de l'instrument 32° 10′, entre la direction de la base ou le premier pointé & la lunette mobile, dans la première observation; 58° 7′, dans la seconde; 81° 10′, dans la troisième: on écrira ces angles sur le registre qui portera en titre le nom

de l'endroit où l'on opère, comme on va le voir dans le chapitre suivant.

NOTA. On a conservé l'ancienne division du cercle, mais il sera possible de ramener chaque observation à la nouvelle division de la manière suivante.

On nomme *grade*, un degré décimal que nous désignerons par la lettre *G*.

Un degré décimal $= \frac{360}{400}$ degré ordinaire,

ou $= 0^{\circ},9$; ou $= 0^{\circ}\ 54'$;

ainsi, on aura pour la réduction des grades en degrés,

$1^{G} = 0^{\circ},9 = 0^{\circ}\ 54'$.

Pour celle des degrés en grades,

$1^{\circ} = \frac{10^{G}}{9} = 1^{G},11111.$

APPLICATION.

On se propose de réduire en grades. $67^{\circ}\ 53'\ 43'',378$.

Divisant les secondes par 60..... 67. 53,723,

Divisant les minutes par 60..... 67,8954.

Ajoutant le neuvième, ou..... 7,54393.

Il viendra..... $75^{G},43933$.

Réciproquement pour convertir en degrés..... $75^{G},43933$.

Retranchant le dixième, ou..... 7,543933.

Il restera..... $67^{\circ},895397$.

qui est l'arc exprimé en décimales de degré, ou, en convertissant la fraction en minutes..... $67^{\circ}\ 53',723$.

Ou en secondes..... 67. 53. 43,378.

CHAPITRE III.

ORDRE dans lequel il faut écrire sur le registre les angles que l'on observe pour faire le canevas d'une Carte.

OBSERVATIONS FAITES AU *POINT A.*

PREMIÈRE OBSERVATION.

(6.) LA lunette immobile étant fixée sur le signal du *point B;* il y a

entre le *point B* premier pointé, & { *Danval*..... 32° 42′ ; *Bacourt*..... 58. 28. ; *Beaupré*..... 83. 1.

SECONDE OBSERVATION.

On placera la lunette immobile sur *Beaupré*, qui deviendra un premier pointé; & l'on trouvera

entre *Beaupré* & { *Bleville*..... 41° 45′ ; *Ablon*..... 72. 20.

TROISIÈME OBSERVATION.

On placera la lunette immobile sur *Ablon*, qui deviendra un premier pointé; & l'on trouvera

entre *Ablon* & { *Boissy*..... 8° 54′ ; *Flers*..... 24. 39. ; *Ervée*..... 41. 57. ; *Méry*..... 81. 2. ; *Dienville*..... 93. 48.

QUATRIÈME OBSERVATION.

On dirigera la lunette immobile sur *Dienville*, qui deviendra un premier pointé; & l'on trouvera

entre *Dienville* & { *Flaucourt*..... 31° 29′ ; *Dangé*..... 49. 15. ; *Andel*..... 64. 12. ; *Cerdon*..... 84. 36. ; *Le point B*..... 110. 51.

(7.) Cette opération terminée, on fera l'addition de la valeur des angles compris entre la base & les premiers pointés; c'est-à-dire, qu'on joindra au nombre de degrés compris entre le *point B* & *Beaupré*, la valeur de l'angle compris entre *Beaupré* & *Ablon*; celle de l'angle compris entre *Ablon* & *Dienville*; & enfin celle de l'angle compris entre *Dienville* & *le point B*. Si ces angles sont égaux à 360°, d'après l'ancienne division du cercle, ou à 400° d'après la nouvelle, il est évident qu'on a bien observé. Si la somme de ces angles ne diffère en plus ou en moins que de quelques minutes, on pourra encore s'en tenir à cette observation; cette petite différence pouvant venir, l'instrument étant bien divisé & bon à tous égards, de l'estimation des minutes faites sur un graphomètre qui a peu de rayon; mais si l'erreur approche d'un ou de plusieurs degrés, il est indispensable de recommencer l'opération.

(8.) Les quatre parties qui composent ensemble la station précédente, ou la valeur des angles compris entre les premiers pointés, étant ajoutés donneront,

1.° Angle compris entre le *point B* & *Beaupré*.	83°	1′
2.° — *Beaupré* & *Ablon*.....	72.	20.
3.° — *Ablon* & *Dienville*.....	93.	48.
4.° — *Dienville* & le *point B*.....	110.	51.
Donc somme des angles ou tour de l'horizon..	360.	0.

Les observations ayant été faites au *point A*, & vérifiées, comme il est dit ci-dessus, on se transportera au *point B*, on y établira l'instrument, & dirigeant d'abord sa lunette immobile dans l'alignement *BA*, sur le signal placé au *point A;* on continuera à observer les angles que l'on notera sur le registre, ainsi qu'il suit :

OBSERVATIONS FAITES AU *POINT B*.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(9.) La lunette immobile étant dirigée sur le signal au *point A*, premier pointé; il y a

entre le *point A* &	*Beaupre*.....	51°	40′
	Méry.....	18.	15.
	Cerdon.....	20.	18.
	Dienville.....	32.	30.
	Flaucourt.....	41.	44.
	Dangé.....	71.	31.
	Andel.....	99.	30.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile étant pointée sur *Andel*, qui devient premier pointé; il y a

entre *Andel* &	*Billy*.....	26°	37′.
	Fages.....	38.	31.
	Dillot.....	50.	42.
	Orval.....	80.	30.
	Bressac.....	89.	31.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile étant fixée sur *Bressac*, premier pointé; il y a

entre *Bressac* & { *Crenay*..... 37° 5′ ; *Danval*..... 70. 30.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile étant dirigée sur *Danval*, premier pointé; il y a

entre *Danval* & { *Bacourt*..... 34° 20′ ; *Beaupré*..... 48. 49. ; *Dreuil*..... 62. 14. ; *Le point A*..... 100. 29.

On ajoutera, comme pour les observations faites au *point A*, les angles compris entre les premiers pointés, & on trouvera

Pour le premier.....	99° 30′.
Pour le second.....	89. 31.
Pour le troisième.....	70. 30.
Pour le quatrième.....	100. 29.
Donc tour de l'horizon.....	360. 0.

REMARQUES IMPORTANTES.

(10.) À chaque station, il faut avoir soin d'examiner si les lunettes ne donnent point de parallélisme. Pour cet effet, on les dirige sur le même objet, & on voit si la lunette mobile marque zéro sur le limbe de l'instrument; s'il en est autrement, il convient d'avoir égard au parallélisme.

(11.) Le parallélisme est le petit arc ou la valeur du petit arc renfermé entre la situation parallèle des

lunettes ou des allidades d'un instrument dirigées sur le même objet, & c'est de la valeur de ce petit arc qu'on tient compte, en l'ajoutant ou en le retranchant de l'angle compris entre ces deux premiers pointés successifs, selon qu'on le trouve en moins ou en plus.

(12.) On avertit aussi qu'il faut diriger des rayons visuels sur tous les objets, & observer avec la plus grande attention les angles très-aigus quand on en rencontrera, & qu'on sera forcé de s'en servir, mais on doit les considérer comme douteux.

(13.) On prévient encore qu'il faut, autant qu'on le peut, quand il s'agit du calcul des distances, former des triangles qui n'aient point des angles trop aigus ou trop obtus.

(14.) Après avoir observé à chaque extrêmité *A* & *B* de la base, l'ouverture des angles formés par les rayons visuels dirigés sur les objets qu'on a vus du *point A* & du *point B*, il convient de faire les autres stations dans les clochers, dans les tours, les moulins à vent, & enfin dans les endroits les plus élevés, où l'on est moins offusqué qu'en rase campagne, par les montagnes, les côteaux, les bois, &c.; pour cet effet, on se transportera aux lieux qu'on a reconnus les plus avantageux pour y observer.

(15.) Par exemple, on choisira des endroits, tels que *Danval*, *Beaupré*, *Dreuil*, &c. dont la position aura été déterminée par les observations précédentes; arrivé dans chacun de ces endroits, on y prendra pour lieu d'observation, celui où on aura dirigé les deux

rayons visuels qui en déterminent la position; on y établira tellement l'instrument, que sa lunette immobile soit parfaitement située sur l'un de ces deux rayons, ou sur tel autre rayon que ce soit, choisissant par préférence les plus longs & ceux qui serviront de base aux triangles qui résulteront de ces nouvelles observations. Ces observations étant semblables à celles qui ont été faites au *point A* & au *point B*, il ne reste plus rien à dire, si ce n'est qu'il faut, non-seulement observer les angles entre les distances des lieux qui n'ont point encore été vus; mais aussi, autant qu'on le peut, les angles entre les endroits qu'on aura déterminés par les opérations précédentes, afin de se convaincre, par un nouveau calcul, que la place qu'on leur aura assignée est leur véritable position.

(16.) C'est ainsi qu'en revenant par une nouvelle route à des points déjà déterminés, on s'assure d'avoir bien opéré, où l'on reconnoît des erreurs qui s'étoient glissées, soit dans le calcul précédent, soit dans la distance d'un lieu à un autre, soit dans l'observation des angles, laquelle route avoit paru exacte, parce que la somme des angles autour du même point avoit été trouvée de 360 degrés; mais qui étoit réellement fausse, à cause que la même erreur qui étoit en plus dans la mesure d'un angle, étoit aussi en moins dans la mesure d'un autre angle. Or, comme en pareil cas, il faudroit retourner au lieu de cette observation, afin d'en faire une plus précise, on voit qu'avant de s'écarter d'un lieu de station, il convient de calculer tous les triangles qu'on peut calculer alors, de

peur qu'en remettant ce travail à un autre temps, on ne trouve des erreurs qui obligent à revenir à un lieu, dont on se seroit déjà fort éloigné ; enfin, pour qu'il ne manque rien à la vérification du travail qu'on a fait, il est à propos de mesurer de loin en loin de nouvelles bases, & de s'en servir pour connoître des distances déjà déterminées.

D'après ce que l'on vient de dire sur la manière de faire & d'enregistrer les observations, les deux exemples précédens suffiroient, & on seroit absolument dispensé de supposer les six observations suivantes, si elles n'étoient pas nécesaires pour former les modèles de tables de calcul qu'on trouvera dans la suite.

OBSERVATIONS FAITES À DANVAL.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(17.) La lunette immobile dirigée sur *Beaupré*; il y a

entre *Beaupré* & { *Le point A*..... 52° 49′ ; *Le point B*..... 99. 38. ; *Andel*..... 112. 22. }

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile étant dirigée sur le *point B*; il y a

entre le *point B* & { *Orval*..... 45° 3′ ; *Bressac* ou *Crenay*. 70. 52. ; *Marlieu*..... 108. 5. }

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Marlieu*; il y a entre

entre *Marlieu* & { *Combes*..... 27° 8′ ; *Arcy*..... 35. 17. ; *Gany*..... 52. 7.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Gany*; il y a

entre *Gany* & { *Lairac*..... 15° 47′ ; *Pujol*..... 38. 59. ; *Achères*..... 47. 18. ; *Plainville*..... 52. 30. ; *Buires*..... 77. 48. ; *Beaupré*..... 100. 10.

Tour de l'horizon { Premier angle... 99° 38′ ; Deuxième..... 108. 5. ; Troisième..... 52. 7. ; Quatrième..... 100. 10. ; TOTAL..... 360° 0.

OBSERVATIONS FAITES A BEAUPRÉ.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(18.) La lunette immobile, située sur le *point A*; il y a

entre le *point A* & { *Cerdon*..... 22° 44′ ; *Le point B*..... 45. 19. ; *Danval*..... 76. 52.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Danval*; il y a

entre *Danval* & { *Bacourt*..... 1° 36′ ; *Gany*..... 1. 15. ; *Achères*..... 69. 52. ; *Pujol*..... 94. 48.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile arrêtée sur *Pujol*; il y a

entre *Pujol* &	*Buires*.....	19° 45′
	Clémont.....	44. 32.
	Dreuil.....	81. 12.
	Ablon.....	107. 40.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile dirigée sur *Ablon*; il y a

entre *Ablon* &	*Bléville*.....	28° 43′
	Boissy.....	44. 10.
	Ervée.....	50. 50.
	Fiers.....	65. 17.
	Le point A.....	80. 40.

Tour de l'horizon	Premier angle....	76° 52′
	Deuxième.....	94. 48.
	Troisième.....	107. 40.
	Quatrième.....	80. 40.
	TOTAL.....	360° 0.

OBSERVATIONS FAITES A DREUIL.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(19.) La lunette immobile fixée sur *Ablon*; il y a

entre *Ablon* &	*Brienne*.....	37° 50′
	Ervée.....	65. 26.
	Boissy.....	74. 10.
	Bléville.....	92. 10.
	Beaupré.....	125. 52.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Beaupré*; il y a

entre *Beaupré* &	*Buires*.....	27°	15′
	Clémont.....	37.	55.
	Mussy.....	48.	12.
	Plainville.....	55.	26.
	Pujol.....	66.	19.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile dirigée sur *Pujol*; il y a

entre *Pujol* &	*Gisay*.....	22°	47′
	Cluzeau.....	40.	30.
	Estival.....	75.	12.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile située sur *Estival*; il y a

entre *Estival* &	*Lignol*.....	65°	0′
	Ablon.....	92.	37.

Tour de l'horizon	Premier angle...	125°	52′
	Deuxième.....	66.	19.
	Troisième.....	75.	12.
	Quatrième.....	92.	37.
	TOTAL....	360°	0.

OBSERVATIONS FAITES A ERVÉE.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(20.) La lunette immobile dirigée sur *Ablon*; il y a

entre *Ablon* &	*Brienne*.....	14°	6′
	Lurcy.....	90.	6.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile située sur *Lurcy*; il y a

entre *Lurcy* &	*Gensac*.....	56°	16′
	Dienville.....	99.	18.

TROISIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile fixée sur *Dienville*; il y a

entre *Dienville* & { *Flaucourt*..... 17° 32′ ; *Méry*..... 30. 59. ; *Le point A*..... 61. 45. ; *Flers*..... 70. 11. ; *Beaupré*..... 97. 38.

QUATRIÈME OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Beaupré*; il y a

entre *Beaupré* & { *Boissy*..... 16° 12′ ; *Dreuil*..... 42. 16. ; *Ablon*..... 81. 58.

Tour de l'horizon { Premier angle... 90° 6′ ; Deuxième..... 90. 18. ; Troisième..... 97. 38. ; Quatrième..... 81. 58. ; TOTAL..... 360° 0.

OBSERVATIONS FAITES A MARLIEU.

PREMIÈRE OBSERVATION.

(21.) La lunette immobile fixée sur *Danval*; il y a

entre *Danval* & { *Crenay*..... 20° 0′ ; *Bressac*..... 77. 35.

SECONDE OBSERVATION.

La lunette immobile pointée sur *Bressac*; il y a entre *Bressac* & *Matau*..... 45° 18′.

OBSERVATIONS FAITES A CAILLY.

(22.) La lunette immobile étant dirigée successi-

vement sur *Brienne*, *Ervée*, *Boissy*, *Dreuil*, *Ablon*;

il y a entre

Brienne & *Ervée*..	108° 45′
Ervée & *Boissy*...	38. 30.
Boissy & *Dreuil*...	87. 30.
Dreuil & *Ablon*...	62. 30.
Ablon & *Brienne*..	62. 45.
Tour de l'horizon.....	360° 0.

Ce que nous venons d'exposer est plus que suffisant pour faire voir la manière de se conduire, en observant les angles pour parvenir à dresser le canevas d'une carte; l'usage d'en écrire la valeur sur un registre n'a pas les mêmes inconvéniens que lorsqu'on se sert de feuilles volantes, où l'on écrit le nombre de degrés, minutes & secondes entre deux rayons visuels figurés; d'ailleurs, ce registre est très-propre à éclairer la marche dans le calcul des triangles.

CHAPITRE IV.

USAGE de la trigonométrie rectiligne dans le calcul des triangles.

(23.) APRÈS avoir observé les angles formés par les rayons visuels dirigés de plusieurs lieux sur plusieurs autres, soit avec un graphomètre, soit avec le cercle répétiteur, comme donnant dans les opérations géodésiques plus d'exactitude qu'aucun autre instrument, pour connoître les distances entre ces divers objets, il faut avoir recours à la trigonométrie rectiligne. On suppose le lecteur instruit des principes de cette

partie de la géométrie : on connoîtra donc la distance entre deux objets observés, en les considérant comme placés chacun à l'extrêmité d'un triangle dont on connoîtroit deux angles & un côté. La base, qu'on a dû mesurer avec soin, & vérifier, est le côté connu d'un des triangles par où l'on doit commencer. On trouvera la valeur des angles dans le registre d'observation. Nous allons donner quelques exemples.

PREMIER EXEMPLE.

On demande les distances de Beaupré, *aux deux extrêmités* A *&* B *de la base.*

(24.) Il s'agit de résoudre un triangle, dans lequel on connoît un côté & les trois angles. En effet, la base *AB* a été mesurée de 2500 mètres; de plus, on a trouvé dans les observations qui ont été faites au *point A* (6), que l'angle entre le *point B* & *Beaupré* étoit de 83° 1′; dans celles faites au point *B* (9), que l'angle entre le *point A* & *Beaupré* étoit de 51° 40′ : ces deux angles font connoître que leur supplément ou l'angle que fait *Beaupré* avec les deux distances aux *points A* & *B*, quand il n'auroit pas été observé particulièrement (18), est de 45° 19′.

Pour avoir les deux distances cherchées, 1.° celle entre *Beaupré* & le *point A*, que l'on désignera par $B'A$, on fera la proportion

$$\text{sin. } 45° 19' : \text{sin. } 51° 40' : : 2500^{m} : B'A,$$

& en prenant les logarithmes,

$$\text{Logarith. } B'A = \text{log. } 2500^{m} + \text{log. sin. } 51° 40' - \text{log. sin. } 45° 19'.$$

On achevera l'opération ainsi qu'il suit, en employant les complémens arithmétiques, & en ôtant une dixaine à la caractéristique de la somme, on aura le logarithme de la distance cherchée.

Log. 2500^m	=	3,3979400.
Log. sin. 51° 40′	=	9,8945463.
Complément arithm. log. sin. 45° 19′	=	0,1481279.
Somme ou log. $B'A$	=	3,4406142.

qui dans la table des logarithmes des nombres naturels répond à $2758^m,13$ à moins d'un centimètre près.

2.° Pour avoir la distance entre *Beaupré* & le *point B*, que l'on désignera par BB', on fera la proportion

sin. 45° 19′ : sin. 83° 1′ : : 2500^m : BB',

& en prenant les logarithmes,

Logarith. BB' = log. 2500^m + log. sin. 83° 1′ − log. sin. 45° 19′.

Log. 2500	=	3,3979400.
Log. sin. 83° 1′	=	9,9967662.
Complément arithm. log. sin. 45° 19′	=	0,1481279.
Somme ou log. BB'	=	3,5428341.

qui répond à $3490^m,07$ à moins d'un centimètre près.

SECOND EXEMPLE.

On demande les distances entre Ervée & *le* point A, & *entre* Ervée & Beaupré.

(25.) On résoudra un triangle, dans lequel on connoît la distance entre *Beaupré* & *le point A* qui a

été calculée & égale à $2758^{m},13$; l'angle au *point A*, entre *Beaupré* & *Ervée*, composé des deux angles au même point entre *Beaupré* & *Ablon*, & entre *Ablon* & *Ervée*, le premier de $72^{\circ}\ 20'$, le second de $41^{\circ}\ 57'$ (6), ce qui donne pour l'angle, entre *Beaupré* & *Ervée*, $114^{\circ}\ 17'$.

Pour avoir l'angle à *Beaupré*, entre *Ervée* & le *point A*, on trouvera dans les observations faites à Beaupré (18), que l'angle entre *Ablon* & le *point A* a été trouvé de $80^{\circ}\ 40'$, & que l'angle entre *Ablon* & *Ervée* a été mesuré de $50^{\circ}\ 50'$; l'angle cherché étant la différence de ces deux angles sera de $29^{\circ}\ 50'$.

De même pour avoir l'angle à *Ervée*, entre *Beaupré* & le *point A*, on verra dans les observations faites à *Ervée* (20), qu'on a trouvé pour l'angle, entre *Dienville* & *Beaupré*, $97^{\circ}\ 38'$; pour l'angle entre *Dienville* & le *point A*, $61^{\circ}\ 45'$; qu'ainsi la différence entre ces deux angles sera la valeur de l'angle cherché, égale à $35^{\circ}\ 53'$.

Puisqu'on connoît chacun des trois angles du triangle formé par le *point A*, *Ervée* & *Beaupré*, & un côté, il sera facile d'avoir les distances proposées, d'après le calcul suivant;

1.° Pour avoir la distance entre *Ervée* & le *point A*, on fera la proportion, en désignant cette distance par *EA*,

sin. $35^{\circ}\ 53'$: sin. $29^{\circ}\ 50'$: : $2758^{m},13$: *EA*.

Logarith. *EA* = log. $2758^{m},13$ + log. sin. $29^{\circ}\ 50'$
− log. sin. $35^{\circ}\ 53'$.

Log. $2758^{m},13$..... = 3,4406142.
Log. sin. 29° 50′..... = 9,6967745.
Complément arith. log. sin. 35° 53′ = 0,2320011.

Somme ou log. EA..... = 3,3693898.

qui donne pour la distance cherchée,

$$EA = 2340^{m},94;$$

2.° Pour avoir la distance de *Beaupré* à *Ervée*, qu'on désignera par BE, on fera la proportion

sin. 35° 53′ : sin. 114° 17′ : : $2758^{m},13$: BE.
Log. BE = log. $2758^{m},13$ + log. sin. 114° 17′
− log. sin. 35° 53′.

Log. $2758^{m},13$..... = 3,4406142.
Log. sin. supp. 114° 17′ ou log. sin. 65° 43′ = 9,9597676.
Complément arithmét. log. sin. 35° 53′ = 0,2320011.

Somme ou log. BE..... = 3,6323829.

qui donne pour la distance cherchée,

$$BE = 4289^{m},26.$$

Ces deux exemples sont suffisans pour faire voir comment au moyen des observations des angles que l'on a faites, on parviendra à la connoissance des côtés des triangles, & comment par conséquent on déterminera les distances entre les objets que l'on a en vue de mesurer; on a joint ici un tableau contenant la résolution d'un plus grand nombre de triangles. On a donné une forme particulière à ce tableau, mais chacun pourra lui donner la disposition qui lui paroîtra la plus commode.

été calculée & égale à 2758^{m},13
entre *Beaupré* & *Ervée*, compo
même point entre *Beaupré* & *A*
& *Ervée*, le premier de 72°
57′ (6), ce qui donne pour l'
Ervée, 114° 17′.

Pour avoir l'angle à *Be*
point A, on trouvera dans
Beaupré (18), que l'angle
a été trouvé de 80° 40′, é
& *Ervée* a été mesuré d
étant la différence de ces

De même pour avoi
pré & le *point A*, on
faites à *Ervée* (20), qu
tre *Dienville* & *Beau*
Dienville & le *poin*
rence entre ces deu
cherché, égale à

Puisqu'on con
gle formé
il sera
le ca

35
ith.

CALCUL DES DISTANCES.

On a trouvé $BB' = 3490^m,07$.

Pour calculer $B'D$, on aura

Log. $3490^m,07$	=	3,5428341.
Log. sin. $48^\circ\ 49'$	=	9,8765680.
Complément arithm. Log. sin. $99^\circ\ 38'$	=	0,0061676.
Somme ou Log. $B'D$	=	3,4255697.
Donc $B'D$	=	$2664^m,22$.

Pour calculer BD, on aura

Log. $3490^m,07$	=	3,5428341.
Log. sin. $31^\circ\ 33'$	=	9,7187030.
Complément arithm. Log. sin. $99^\circ\ 38'$	=	0,0061676.
Somme ou Log. BD	=	3,2677047.
Donc BD	=	$1852^m,27$.

On a trouvé $BD = 1852^m,27$.

Pour calculer BC, on aura

Log. $1852^m,27$	=	3,2677047.
Log. sin. $70^\circ\ 52'$	=	9,9753208.
Complément arithm. Log. sin. $75^\circ\ 43'$	=	0,0136370.
Somme ou Log. BC	=	3,2566625.
Donc BC	=	$1805^m,77$.

Pour calculer DC, on aura

Log. $1852^m,27$	=	3,2677047.
Log. sin. $33^\circ\ 25'$	=	9,7409337.
Complément arithm. Log. sin. $75^\circ\ 43'$	=	0,0136370.
Somme ou Log. DC	=	3,0222754.
Donc DC	=	$1052^m,63$.

(26.) Il résulte des observations & des calculs ci-dessus, que la distance entre les *points A* & *B* mesurée, étant de 2500^{m},

Celle entre le *point A* & *Beaupré*..... = $2758^{m},13$.
Celle entre le *point B* & *Beaupré*..... = 3490,07.
Celle entre le *point A* & *Ervée*..... = 2340,94.
Celle entre *Beaupré* & *Ervée*..... = 4289,26.
Celle entre *Beaupré* & *Danval*..... = 2664,22.
Celle entre le *point B* & *Danval*..... = 1852,27.
Celle entre le *point B* & *Crenay*..... = 1805,77.
Celle entre *Danval* & *Crenay*..... = 1052,63.

&c.

(27.) Il pourroit arriver que dans la suite des triangles qu'il s'agit de calculer, on ne connoisse que deux des trois choses nécessaires pour déterminer le triangle, soit parce qu'on a été dans l'impossibilité de mesurer certains angles, ou que dans la suite des observations on a négligé de les mesurer, alors on se trouveroit arrêté; cependant il n'en faut pas conclure qu'on ne puisse parvenir à déterminer les distances : deux exemples serviront à faire connoître la manière de se conduire dans pareille circonstance.

(28.) Supposons pour premier exemple, que dans le triangle formé par les distances de *Danval* à *Marlieu*, de *Danval* à *Crenay*, & de *Crenay* à *Marlieu*, & dans celui formé par les distances de *Crenay* à *Marlieu*, de *Crenay* à *Bressac*, & de *Bressac* à *Marlieu*, on ne connoisse dans chacun d'eux qu'un côté & l'angle opposé à ce côté, observé à *Marlieu* entre *Danval* & *Crenay*, & entre *Crenay* & *Bressac*, supposons de plus que ces trois lieux soient situés sur la

même droite. Pour résoudre chacun de ces triangles, on emploiera la méthode suivante, due à Pothenot.

Pour cela on fera passer une circonférence de cercle par *Danval*, *Crenay* & *Marlieu*, & une autre circonférence par *Crenay*, *Bressac* & *Marlieu* la première de ces circonférences a son centre en *G*, la seconde en *O*; dans ce moment, & par la suite, nous désignerons, pour abréger, chacun des lieux par la première lettre de leur nom; ainsi les triangles que nous avons à considérer sont *DCM* & *MCB*, ayant mené les rayons *GD*, *GC*, *OC*, *OB*, & abaissé les perpendiculaires *GH*, *OI*, on aura un triangle rectangle *GHC*, dans lequel on connoît outre l'angle droit, l'angle *HGC* de 20° égal à l'angle *DMC* mesuré à *Marlieu*, & le côté $HC = 526^{m},31$, demi-distance entre *Danval* & *Crenay*; ainsi en désignant par *R* le rayon des tables, on calculera *GC* par la proportion

$$\text{sin. } 20^{\circ} : R :: 526^{m},31 : GC,$$

dans laquelle les trois premiers termes étant connus, détermineront $GC = 1538^{m},84$.

Dans le triangle rectangle *OIC*, on connoît l'angle *COI* de 57° 35′ égal à l'angle *CMB* observé à *Marlieu*, & le côté $CI = 872^{m}$, demi-distance entre *Crenay* & *Bressac*, & l'on calculera *OC* par la proportion

$$\text{sin. } 57^{\circ}\ 35' : R :: 872^{m} : OC.$$

qui fera connoître que $OC = 920^{m},63$.

Si maintenant on joint les centres *G* & *O* des deux cercles, & que l'on tire *GO* nécessairement

perpendiculaire sur la corde *CM*, & la divisant en deux parties égales, on aura un triangle *GCO*, dans lequel on connoît les deux côtés *GC*, *OC*, & l'angle compris *GCO*, égal au supplément de la somme des deux angles *GCH*, *OCI*, parce que *Danval*, *Crenay* & *Bressac* sont situés sur la même ligne droite, & comme l'angle $GCH = 70°$, l'angle $OCI = 32°25'$; on aura $77°\ 35'$ pour l'angle *GCO*, retranchant cet angle de deux angles droits, il restera $102°\ 25'$ pour la somme des deux autres angles *CGO*, *COG* du triangle *GCO*, on en calculera la différence en établissant cette proportion :

La somme des deux côtés est à leur différence, comme la tangente de la demi-somme des deux angles opposés à ces côtés est à la tangente de la demi-différence des mêmes angles, ou

$2459^{m},47 : 618^{m},21 : :$ tang. $51°\ 12'\ 30'' :$

un quatrième terme qui fera connoître que $17°\ 22'$ est la demi-différence de ces angles, dont la demi-somme est de $51°\ 12'\ 30''$; on trouvera alors le plus grand, en ajoutant la demi-somme à la demi-différence, & le plus petit en ôtant de la demi-somme la demi-différence, & on aura angle $COG = 68°\ 34'\ 30''$, angle $CGO = 33°\ 50'\ 30''$; doublant l'angle *CGO*, on trouvera $67°\ 41'$ pour l'angle *CGM*, ainsi on connoîtra dans le triangle isocèle *CGM*, les trois angles & un côté : la proportion

sin. $56°\ 9'\ 30''$: sin. $67°\ 41'$: : $1538^{m},84 : CM$,

fera connoître la distance de *Crenay* à *Marlieu* qu'on trouvera de $1713^{m},96$ mètres. Cette distance étant

connue, il est facile d'avoir celle de *Danval* à *Marlieu*, puisque dans le triangle *CDM*, on connoît l'angle *DCM*, composé des deux angles $DCG = 70°$, $GCM = 56° 9' 30''$, l'angle $CMD = 20°$, & les côtés *CD* & *CM*.

Pareillement on aura la distance de *Marlieu* à *Bressac*, en calculant cette distance dans le triangle *MCB*, dans lequel on connoît l'angle *MCB* formé des deux angles $MCO = 21° 25' 30''$, $OCB = 32° 25'$, l'angle $CMB = 57° 35'$, & les côtés *CM* & *CB*; au moyen de quoi, les distances de *Crenay* à *Marlieu*, & de *Marlieu* à *Bressac* seront connues.

REMARQUE.

Il arrive très-rarement que les objets, à l'égard desquels il en faut calculer un autre, se trouvent sur la même ligne comme *Danval*, *Crenay* & *Bressac*; mais il y a trois cas que l'on rencontre communément, qui sont :

1.° Lorsque l'angle, fait par des distances déterminées, est saillant à l'égard du lieu indéterminé, comme l'angle formé par la distance de *Crenay* à *Bressac*, & par la distance de *Bressac* à *Marlieu*, par rapport à *Marlieu*;

2.° Lorsque cet angle est rentrant à l'égard d'un lieu indéterminé, comme l'angle formé par la distance du *point B* à *Bressac*, & de *Bressac* à *Matau*;

3.° Enfin que le lieu indéterminé peut être situé dans l'espace renfermé entre des distances connues, ainsi que *Cailly* qui se trouve entre les distances de *Brienne* à *Ervée*, de *Brienne* à *Dreuil* ou à *Boissy*, & de *Dreuil* à *Ervée* ou à *Ablon*.

(29.) Supposons pour second exemple, que le lieu indéterminé est *Cailly*, situé dans l'espace renfermé par les distances connues de *Brienne* à *Ervée*, & de *Brienne* à *Dreuil*, & qu'il s'agisse de déterminer celles de *Cailly* à *Ervée*, & de *Cailly* à *Dreuil*, en connoissant les angles observés à *Cailly* entre *Brienne* & *Ervée*, & entre *Brienne* & *Dreuil*.

Faisons passer une circonférence de cercle par *Brienne*, *Ervée* & *Cailly*, & une autre par *Brienne*, *Dreuil* & *Cailly*; la première a son centre en *K*, la seconde en *L*. Les triangles que nous avons à résoudre, sont *BCE* & *BCD*, dans chacun desquels on connoît un côté, & l'angle opposé à ce côté. Ayant mené les rayons *KB*, *KE*, *LB*, *LD*, abaissé les perpendiculaires *KM*, *LN*, & tiré les droites *BE*, *BD*, on aura deux triangles isocèles *BKE*, *BLD*; dans le triangle rectangle *KBM*, on connoît l'angle droit, l'angle *BKM*, supplément de l'angle *BKR* égal à l'angle *BCE* mesuré à *Cailly*, & le côté *BM* égal à la demi-distance de *Brienne* à *Ervée*; on calculera le rayon *BK*, au moyen de la proportion

$$\text{sin. } BKM : R :: BM : BK.$$

Dans le triangle rectangle *BLN*, on connoît l'angle droit, l'angle *BLN* supplément de l'angle *BLS* égal à l'angle *BCD* mesuré à *Cailly*, & le côté *BN* égal à la demi-distance de *Brienne* à *Dreuil*; on calculera de même le rayon *BL*, par la proportion

$$\text{sin. } BLN : R :: BN : BL.$$

Connoissant chacun de ces rayons, on trouvera l'angle *LBK*, en ajoutant à l'angle *EBD*, mesuré à

Brienn

Brienne, entre *Ervée* & *Dreuil*, la somme des deux angles connus *KBM*, *LBN*, & joignant, comme dans l'exemple précédent, les deux centres *L* & *K*, par une droite *LK*; on aura un triangle *LBK*, dans lequel on connoît les deux côtés *BK*, *BL*, & l'angle compris *LBK*; on calculera chacun des angles *BKL*, *BLK*, & joignant *KC*, on aura un triangle isocèle *BKC*, dans lequel on connoît ses trois angles & deux côtés *KB*, *KC*, ainsi on calculera *BC*; alors dans chacun des triangles *BCD*, *BCE*, on connoîtra un angle & deux côtés; par conséquent, on aura tout ce qu'il faut pour déterminer les distances entre *Cailly* & *Ervée*, entre *Cailly* & *Dreuil*, & entre *Ervée* & *Dreuil*, en remarquant que les angles *BKL*, *BEC* sont égaux; on auroit aussi pu calculer *BC* & *EC* dans le triangle *BEC*, dans lequel on connoît deux angles & un côté.

D'après ce qui est exposé ci-dessus, il sera facile de se conduire de la même manière dans les différentes circonstances où l'on se trouvera.

(30.) Dans le nombre de triangles que l'on doit calculer pour faire la carte d'un pays, il se rencontre souvent des difficultés qui, pour la plupart, ne sont qu'apparentes, & qu'on levera facilement en se conduisant comme dans les exemples suivans.

1.er PROBLÊME.

(31.) Supposons premièrement que l'on a un triangle *ABC* (*fig.* 3), qu'il s'agit de déterminer, ne connoissant que le côté *AB* & l'angle *ABC*, ne pouvant d'ailleurs observer aucuns des autres angles, parce

que dans la direction de *CA*, il y a un bois ou tout autre obstacle qui empêche de voir ces points ; on suppose de plus qu'on ne peut mesurer la longueur totale du côté *CB*.

SOLUTION.

On mesurera dans la direction *CB*, ou sur son prolongement, la plus grande longueur *CD* qu'il sera possible, jusqu'à ce que du point *D*, on voie l'objet *A*; alors on observera en *B* l'angle *DBA*, & en *D* l'angle *ADB*, ainsi on connoîtra dans le triangle *ADB*, un côté & deux angles, on calculera *DB* auquel ajoutant ou retranchant *CD* qui a été mesuré, donnera le côté *CB*; & comme l'angle *ABC* est connu par hypothèse, on résoudra facilement le triangle *ABC*, dans lequel on connoît deux côtés *AB*, *BC* & l'angle *ABC* qu'ils comprennent.

(32.) Si l'on n'avoit pu mesurer *CD*, ni sur *CB*, ni sur son prolongement, ou qu'on ne puisse s'étendre dans la direction de *CB*; alors on mesurera, suivant une direction quelconque, une droite *CE* en dessus ou en dessous de *CB*, on observera au point *B* la valeur des angles *CBE*, *EBA*, & au point *E* les angles *AEB*, *AEC*; ces angles & le côté *AB*, étant connus, on trouvera aisément la ligne *BE*, ensuite la ligne *BC*, & on déterminera le triangle *ABC*, comme ci-dessus. De cette manière *CB* est lié aux triangles qui auront précédés, & on pourra se servir de cette base pour la suite des opérations.

II. PROBLÊME.

(33.) Supposons secondement une distance *AB*

connue (*fig. 4*) des extrêmités de laquelle on ne puisse observer ce qu'il faut pour connoître la droite *CD*, dont on a besoin pour former une suite de triangles, tenant à ceux qui ont fait connoître *AB* : supposons de plus qu'il est impossible de mesurer *CD*, en tout ou en partie, non plus qu'aucune longueur, dont *C* ou *D* soit une des extrêmités, mais seulement qu'on puisse observer au point *C* les angles *ACB*, *BCD*, & au point *D* les angles *CDA*, *ADB*.

SOLUTION.

Puisqu'on ne peut mesurer la ligne *CD*, on peut au moins lui supposer une longueur quelconque; quelque soit cette longueur, elle ne changera pas la valeur des angles observés à ses extrêmités *C* & *D*; ainsi les angles restant les mêmes, les côtés des triangles qui résulteront de l'étendue supposée à la ligne *CD*, seront proportionnels aux côtés homologues des triangles que donneroit la véritable longueur de cette ligne, puisque ces triangles sont semblables.

Cela posé, après avoir observé en *C* les angles *ACB*, *BCD*, & en *D* les angles *CDA*, *ADB*; on connoîtra, 1.° dans le triangle *ACD*, deux angles & un côté supposé, ainsi on pourra calculer les droites *CA*, *DA*, relatives à la longueur supposée au côté *CD*; 2.° on connoît pareillement dans le triangle *BDC*, deux angles & le côté *CD*, ainsi on trouvera les deux côtés *CB*, *DB*; 3.° enfin dans le triangle *ADB*, on connoît les deux côtés *DA*, *DB* & l'angle compris, au moyen de quoi on calculera *AB*, mais qui ne sera aussi que relative à la mesure supposée à

CD; maintenant pour avoir les vraies distances, on établira les proportions

AB supposé : *AB* vrai	: :	*CD* supposé	: *CD* vrai.
	: :	*AC*	: *AC*.
	: :	*AD*	: *AD*.
	: :	*BD*	: *BD*.
	: :	*BC*	: *BC*.

REMARQUE sur la manière de rapporter les triangles, dont les côtés sont connus par le calcul.

(34.) Quand on connoît la longueur des trois côtés d'un triangle, il est possible d'en rapporter la figure; cependant lorsqu'on opère sur le papier, il arrive quelquefois qu'on rencontre de la difficulté à donner à une ligne fort longue, autant de mesure de l'échelle de la carte qu'on en a trouvé par le calcul, pour son exacte longueur sur le terrain; d'ailleurs quelques soins qu'on apporte au tracé, on n'a pas toujours des sections assez nettes, sur-tout quand deux côtés d'un triangle forment un angle qui a peu d'ouverture.

On évitera infailliblement les erreurs dont ces deux inconvéniens seroient la cause, en déterminant par le calcul, la distance de chaque objet d'un pays à une ligne droite *TV* (*fig. 5*), qui passeroit par un point déterminé, & en calculant aussi leur distance à une autre ligne droite, perpendiculaire sur la première, & qui passera par le même point; il est naturel que cette ligne soit une *méridienne*, passant par la ville capitale du pays, afin que la carte soit orientée.

CHAPITRE V.

RAPPORTER des objets à l'égard d'une méridienne & de sa perpendiculaire.

(35.) D'APRÈS la manière ordinaire de s'orienter tous les objets placés à la droite de la méridienne *TV* (*fig. 5*) sont *à son orient;* & tous les objets, situés à sa gauche, seront *à son occident :* tous les objets au-dessus de la perpendiculaire *XY*, seront *au nord* de cette ligne; tandis que ceux qui sont au-dessous de cette perpendiculaire, seront *à son midi.*

D'où il résulte, 1.° que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *TBY*, seront à l'orient de la méridienne *TV*, & au nord de la perpendiculaire *XY;*

2.° Que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *TBX*, seront à l'occident de la méridienne *TV*, & au nord de la perpendiculaire *XY;*

3.° Que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *XBV*, seront à l'occident de la méridienne *TV*, & au midi de la perpendiculaire *XY;*

4.° Enfin que tous les objets qui se trouveront dans l'angle droit *VBY*, seront à l'orient de la méridienne & au midi de la perpendiculaire.

On fera voir en premier lieu comment on parviendra à connoître dans lequel de ces quatre angles droits seront placés chacun des différens objets du pays supposé; & ensuite les moyens d'arriver, par le calcul, à connoître la distance de chacun de ces objets; à la méridiennne passant par *Beaupré*, & à sa perpendi-

culaire passant aussi par le même lieu, que l'on regardera comme la capitale du pays.

Afin de calculer la distance des différens objets d'un pays à une méridienne, il faut ou connoître l'angle que fait cette méridienne avec le rayon visuel dirigé du lieu par où elle passe sur un autre lieu, ou observer la valeur de cet angle. La direction d'une méridienne peut se trouver de plusieurs manières; en voici deux.

MOYENS d'observer la direction d'une méridienne.

(36.) Pour avoir la direction d'une méridienne, il faut se servir de l'étoile polaire & de la ceinture de Cassiopée, ou de l'étoile polaire & de la troisième étoile de la queue de la grande Ourse, la plus proche du quadrilatère qui fait partie de cette constellation : quand cette étoile est prête à passer sur la droite du plan vertical, où se trouve alors l'étoile polaire, on prend l'ouverture de l'angle fait avec ce plan vertical, & un rayon visuel dirigé & fixé sur un objet choisi. Cette ouverture d'angle donne la direction du plan du méridien, ou de la méridienne, qui passe par le lieu d'observation. Cette observation ne pouvant se faire que dans de longues nuits, où l'on voit la grande Ourse passer sous l'étoile polaire : voici un autre moyen d'avoir la direction d'une méridienne.

(37.) Pour déterminer l'angle que fait la méridienne d'un lieu avec une ligne passant par un autre endroit, on observera le même jour, & pour plus de sûreté plusieurs jours de suite, l'angle entre l'arrivée & le départ du Soleil sur l'horizon; on obser-

vera aussi l'ouverture entre un des côtés de cet angle & un objet fort éloigné ; la moitié du premier angle, plus ou moins le second angle, donnera l'angle à l'orient, ou à l'occident, entre la méridienne & l'objet qu'on aura choisi.

Supposons, par exemple, qu'étant à *Beaupré* pour y observer la direction de sa méridienne, on a trouvé entre le lever & le coucher du Soleil, un arc de 156° 40′ vers le nord ; & qu'en dedans de cet arc, on a trouvé entre le coucher du Soleil & *Ervée*, 46° 20′ : l'angle à *Beaupré*, entre sa méridienne & *Ervée*, sera de 32° ; car, puisqu'entre les deux points horizontaux, il y a 156° 40′, la méridienne de *Beaupré*, qui partage cet angle en deux parties égales, passera à 78° 20′ de chaque point, d'où l'on a apperçu le bord du Soleil sur l'horizon ; & l'angle, entre le coucher du Soleil & *Ervée*, étant de 46° 20′, & en dedans de l'angle qui s'appuie sur les deux extrêmités de l'arc solaire, l'angle à *Beaupré*, entre la direction de sa méridienne & *Ervée*, sera égal à la différence de ces deux derniers arcs ; c'est-à-dire, à 32° au nord de *Beaupré*, & à l'occident de sa méridienne.

(38.) Si l'horizon n'est pas aussi découvert & aussi égal qu'on le suppose ici, il faut avoir deux instrumens, placés fort près l'un de l'autre ; on se servira de l'un pour voir le Soleil à deux points également élevés au-dessus de l'horizon, & de l'autre pour observer l'angle entre ces deux hauteurs égales, & aussi l'angle entre l'une de ces élévations & l'objet qu'on aura choisi pour l'extrêmité du rayon visuel, qui doit faire connoître la direction de la méridienne.

MOYEN de déterminer la distance de chaque objet d'un Pays, à une méridienne & à sa perpendiculaire.

(39.) Pour déterminer la distance de chaque lieu d'un pays à une méridienne & à sa perpendiculaire, il faut

1.° Avoir recours à la station qu'on aura faite au lieu où l'on aura aussi observé la direction d'une méridienne, pour y trouver l'angle que fait cette méridienne, avec chacune des distances immédiates de ce lieu d'observation aux autres objets;

2.° On suppose ensuite que la méridienne est transportée à un lieu qui tient immédiatement à celui où elle a été observée; on consulte l'observation qu'on à faite en cet endroit, pour y trouver la valeur des angles faits par cette nouvelle méridienne & par chacun des rayons visuels & connus, dirigés de ce second endroit sur les objets qui y sont liés par des distances immédiates;

3.° On imagine ensuite que la méridienne a été successivement transportée à des endroits qui tiennent à ces premiers lieux, & liés les uns aux autres immédiatement; on consulte pareillement l'observation qu'on a faite à chacun de ces lieux, afin d'y connoître l'angle que fait la méridienne qu'on y suppose, avec chacun des rayons visuels & connus. Ceci s'entendra mieux par les exemples suivans.

Pour connoître de combien *Ervée*, *Danval* & *Crenay* (*fig.* 2) sont chacun éloignés de la méridienne de *Beaupré* & de sa perpendiculaire *XY*, il faut considérer :

1.° Qu'ayant abaissé d'*Ervée* (*fig. 5*) des perpendiculaires *EC*, *ED* sur la méridienne & sur sa perpendiculaire, on aura deux triangles rectangles *ECB*, *EDB*, dont la distance connue d'*Ervée* à *Beaupré* est l'hypothénuse, & dans chacun desquels on connoît l'angle droit & l'angle *EBC*, trouvé (37) de 32°; ainsi pour avoir la distance qu'il y a d'*Ervée* à la partie septentrionale de la méridiene *TV* passant par *Beaupré*, on fera la proportion

$$R : \text{sin. } EBC :: EB : EC,$$

l'angle *EBC* étant de 32°, & *EB* de $4289^{m},26$, on trouvera $EC = 2272^{m},96$.

Pour avoir la distance d'*Ervée* à la perpendiculaire *XY* de la méridienne passant par *Beaupré*, on fera la proportion

$$R : \text{cos. } EBC :: EB : ED.$$

Or, l'angle $EBC = 32°$, $EB = 4289^{m},26$, donc $ED = 3637^{m},50$.

L'angle à *Beaupré*, entre sa méridienne & *Ervée*, étant moindre qu'un droit, *Ervée* est nécessairement au nord de la perpendiculaire *XY*.

Les deux proportions ci-dessus font donc connoître qu'*Ervée* est à 2272,96 mètres à l'occident de la méridienne, & à 3637,50 mètres au nord de sa perpendiculaire.

2.° Pour avoir les distances de *Danval* à la méridienne *TV* & à sa perpendiculaire *XY*, l'une & l'autre passant par *Beaupré* (*fig. 5*); on remarquera que les distances, dont il s'agit, forment un angle droit qui appartient à un triangle rectangle dont la distance

de *Beaupré* à *Danval* est l'hypothénuse ; mais pour déterminer ces deux distances, il faut connoître l'angle *TBD* que fait la méridienne de *Beaupré* avec le rayon visuel dirigé sur *Danval* Or, dans l'observation faite à *Beaupré* (18, *quatrième observation*), on a trouvé que l'angle, entre *Ervée* & le *point A*, étoit de 29° 50′, & dans la première observation que l'angle, entre le *point A* & *Danval*, étoit de 76° 52′; donc l'angle à *Beaupré* entre *Ervée* & *Danval*, est de 106° 42′, mais, entre *Ervée* & la méridienne de *Beaupré*, il y a 32° à l'occident ; par conséquent il restera à l'orient, entre la partie septentrionale de la méridienne, passant par *Beaupré* & le rayon visuel dirigé sur *Danval*, un angle *FBD* de 74° 42′.

Cet angle étant connu, on aura les deux distances cherchées *DF*, *DE*, au moyen des deux proportions,

$$R : \text{sin. } FBD :: BD : DF,$$
$$R : \text{cos. } FBD :: BD : DE.$$

Or, l'angle $FBD = 74° 42'$, $BD = 2664^{m},22$, donc $DF = 2569^{m},79$, & $DE = 703^{m},01$; & comme l'angle à *Beaupré*, entre la partie septentrionale de sa méridienne & *Danval* est moindre qu'un droit, il est évident que *Danval* est au nord de la perpendiculaire *XY*.

3.° Pour savoir de combien *Crenay* qui ne tient point immédiatement à *Beaupré*, est éloigné de la méridienne passant par ce lieu & de sa perpendiculaire ; il faut d'abord supposer passer par *Danval* une méridienne *MN* (*fig. 5*) & sa perpendiculaire *PO*, & considérer que l'angle à l'orient de *Beaupré*, entre

la partie septentrionale de sa méridienne & *Danval* étant de 74° 42′ ; l'angle à *Danval* entre la partie septentrionale de sa méridienne *MN* & *Beaupré* sera de 105° 18′, & à l'occident de la méridienne *MN*.

Si maintenant on consulte la première & la seconde observation faites à *Danval* (17), on y trouvera que l'angle mesuré en ce lieu, entre *Beaupré* & le *point B*, est de 99° 38′; & que l'angle au même lieu, entre le *point B* & *Crenay*, est de 70° 52′ : ces deux angles font ensemble 170° 30′, d'où ôtant 105° 18′, il restera à l'orient de la méridienne, passant par *Danval*, 65° 12′ pour l'angle *GDC* qu'elle fait avec la distance de *Danval* à *Crenay*.

Cet angle étant connu, ainsi que la distance de *Danval* à *Crenay*, qui est de $1052^{m},63$, on aura la distance de *Crenay* à la méridienne *GH*, passant par *Danval* & à la perpendiculaire *MN*, comme ci-dessus, à l'égard d'*Ervée* & de *Danval*, par rapport à la méridienne de *Beaupré*, & en établissant ces deux proportions,

$$R : \sin. GDC :: DC : CG,$$
$$R : \cos. GDC :: DC : CH,$$

achevant le calcul, on trouvera $CG = 955^{m},55$, $CH = 441^{m},52$, & comme l'angle *GDC* est moindre qu'un droit, *Crenay* est donc situé à l'orient de la méridienne *MN*, & au nord de sa perpendiculaire *PO*.

On remarquera, 1.° que puisque *Crenay* est à l'orient de *Danval*, & *Danval* à l'orient de *Beaupré*; si à la distance de 2569,79 mètres qu'il y a de *Danval*

à la méridienne de *Beaupré*, on ajoute 955,55 mètres distance de *Crenay* à la méridienne de *Danval*, on aura 3525,34 mètres pour la distance de *Crenay* à la méridienne *TV* passant par *Beaupré*;

2.° De même, puisque *Crenay* est au nord de la perpendiculaire *PO*, & que *Danval* est au nord de la perpendiculaire *XY*; si à 703,01 mètres qu'on a trouvés pour la distance de *Danval* à la perpendiculaire *XY*, on ajoute 441,52 mètres qu'on vient de trouver pour la distance de *Crenay* à la perpendiculaire *EM*, on aura 1144,53 mètres pour la distance dont *Crenay* est éloigné de la perpendiculaire *XY*, sur la méridienne de *Beaupré*.

C'est de cette manière que l'on trouvera les distances de chaque lieu de la carte à la méridienne & à la perpendiculaire de la capitale d'un pays, soit que ces lieux tiennent immédiatement à cette capitale, ou qu'ils en soient éloignés, & qu'on ne puisse les y rapporter qu'au moyen de nouvelles méridiennes supposées, dont on fera les rapprochemens comme on a fait dans les exemples ci-dessus.

(40.) De toutes les distances mesurées ci-dessus, il résulte le tableau suivant.

NOMS DES LIEUX, dont on cherche la distance à une méridienne & à sa perpendiculaire.	DISTANCE DE CES LIEUX à la méridienne de *Beaupré.*	DISTANCE DE CES LIEUX à la perpendiculaire de *Beaupré.*
	mètres	mètres
Ervée.....	2272,96 occ.	3637,50 nord.
Danval.....	2569,79 or.	703,01 nord.
Dreuil.....	3130,39 occ.	1096,25 midi.
Achères.....	1463,84 or.	2057,32 midi.
Crenay.....	3525,24 or.	1144,44 nord.
Marlieu.....	4996,46 or.	168,63 nord.
Brienne.....	4300,02 occ.	2651,75 nord.
Cailly.....	3622,85 occ.	2311,57 nord.

Usage des distances à la méridienne & à sa perpendiculaire pour dresser le canevas d'une carte.

(41.) Quelque soin qu'on ait apporté dans la mesure des angles sur le terrain; lorsqu'on veut fixer sur le papier les principaux points d'une carte, il est encore d'autres erreurs qu'il est bon d'éviter. Il ne faut employer le rapporteur que le moins qu'il est possible pour rapporter les angles; & se servir toujours d'une échelle de parties égales pour déterminer les angles des triangles, par le nombre de parties égales comprises dans les côtés qui les renferment. Encore, quoique cette méthode soit infiniment plus exacte que la première, il arrive souvent que les

côtés des triangles se coupant trop obliquement, l'erreur insensible sur les premières opérations se multipliant continuellement, devient à la fin considérable, & tendroit à défigurer totalement la position respective des objets. Pour éviter tous ces inconvéniens, on a imaginé de rapporter la position de chaque point à une méridienne & à une perpendiculaire à celle-ci. Supposons pour faire usage de la table précédente, que l'on veut avoir le canevas de la carte supposée par le moyen des distances de chaque lieu à la méridienne de *Beaupré* & à sa perpendiculaire ;

1.° On tracera sur le papier une ligne droite *AB* (*fig. 6*), sur laquelle on abaissera une perpendiculaire *CD*, la ligne *CD* représentera la méridienne de *Beaupré*, & l'autre droite *AB* sera sa perpendiculaire, leur point commun désignera le lieu de *Beaupré ;*

2.° De 500 mètres en 500 mètres, ou de 1000 mètres en 1000 mètres, on menera, tant à droite qu'à gauche, des parallèles à la méridienne *CD*, & aussi à sa perpendiculaire *AB ;*

3.° On cotera ces différentes parallèles par les numéros qui marqueront leur distance de la méridienne *CD*, soit à l'orient, soit à l'occident, & leur distance tant au nord qu'au midi de la perpendiculaire *AB ;* cela posé, il sera facile d'établir les points fondamentaux de la carte.

Par exemple, supposons que sur ce papier, ainsi divisé en carreaux, on veuille placer *Ervée*, *Danval* & *Dreuil*.

On voit dans la table, qu'*Ervée* est à 2272^{m},96 à l'occident de la méridienne de *Beaupré*, & à 3637^{m},50

au nord de sa perpendiculaire. Suivons donc à l'occident de la méridienne *CD* sa parallèle cotée 2000, jusqu'à ce que nous arrivions, en remontant vers le nord sur la parallèle à sa perpendiculaire, cotée 3000, & nous trouverons l'angle du carreau où doit être *Ervée*. Alors, si sur la gauche de la ligne cotée 2000 & à $272^{m},96$ de distance, on lui mène une parallèle, & qu'on y porte, depuis la ligne cotée 3000, $637^{m},50$, on aura dans ce carreau le lieu d'*Ervée* placée exactement à sa distance $2272^{m},96$ de la méridienne de *Beaupré*, & à $3637^{m},50$ de sa perpendiculaire.

On voit dans la table, que *Danval* est à $2569^{m},69$ à l'orient de la méridienne de *Beaupré*, & à $702^{m},92$ au nord de sa perpendiculaire; il faut donc avancer à l'orient de *Beaupré*, jusqu'à la parallèle à sa méridienne cotée 2000, & dans le carreau suivant, à $569^{m},69$ lui mener une parallèle, sur laquelle, depuis la perpendiculaire *AB*, on portera $702^{m},92$; alors, on aura *Danval* placé exactement à $2569^{m},69$ à l'orient de la méridienne de *Beaupré*, & à $702^{m},92$ au nord de sa perpendiculaire.

Ces exemples sont suffisans pour faire voir comment on placera sur le papier tous les objets de la carte supposée, selon la distance de chacun à la méridienne de *Beaupré* & à sa perpendiculaire.

CHAPITRE VI.

Réduction des angles à l'horizon.

(42.) Quand on observe dans les édifices, il est rare de n'être pas obligé de se placer à leur fenêtre, afin d'appercevoir les objets : dans ce cas, les sommets des angles ne sont plus ni à l'horizon, ni au centre du lieu d'observation; & quoique la différence soit fort peu considérable, il est à propos, pour plus grande exactitude, de réduire les angles observés, d'abord à l'horizon & ensuite au centre de la station.

Problême.

(43.) Deux objets *A* & *B* (*fig.* 7), tellement situés à l'égard du point *C*, que l'un se trouve au-dessus de l'horizon *CD* de la quantité *AD*, perpendiculaire à *CD*; & l'autre au-dessous de l'horizon *CE* de la quantité *EB*, perpendiculaire à *CE*; pour avoir sur un plan la vraie position des objets *A* & *B*, à l'égard du point *C*, on voit qu'il faut réduire l'angle *ACB*, pris dans le plan des objets, à l'angle *DCE* au plan de l'horizon.

Solution.

Du point *C*, menons d'une longueur indéterminée *CO*, perpendiculaire aux horizontales *CD*, *CE*, ou perpendiculaire au plan *DCE*; du point *C*, comme centre & d'un rayon égal à *CO*, décrivons les arcs *OIG*, *OFH* & *FG*, joignons les points *I* & *H* par l'arc *HI*. D'après cette construction, on a un triangle sphérique *OIH*, dans lequel on connoît les trois côtés;

côtés; car *IH* est la mesure de l'angle *ACB* dans le plan des objets, *OI* est la mesure de l'angle *ACO*, c'est-à-dire, la distance de l'objet *A* au zénith *O*; enfin, *OH* est la mesure de l'angle *BCO*, ou la distance de l'objet *B* au zénith; & puisque les points *F* & *G* sont dans le plan de l'horizon, il est evident que les arcs *OF*, *OG* seront chacun de 90 degrés, & que l'arc *FG* sera tout-à-la-fois la mesure de l'angle à l'horizon *GCF* & de l'angle sphérique *GOF*; ainsi la solution du Problême se réduit à trouver l'angle *O* du triangle *IOH*, lorsque l'on connoît les trois côtés.

Pour trouver cet angle, on a (*Géométrie de* Legendre, *Trigonom. sphér.* 3.me édit. pag. 443)

$$\sin.\tfrac{1}{2}O = R\sqrt{\frac{\sin.\frac{1}{2}(HI + OH - OI).\sin.\frac{1}{2}(HI + OI - OH)}{\sin. OH.\sin. OI}}$$

Si dans cette formule, on fait pour abréger,

le rayon..... $= 1$,
la mesure de l'angle observé *ACB* ou *HI*..... $= a$,
la distance de l'objet *B* au zénith *O* ou *OH*.... $= b$,
la distance de l'objet *A* au zénith *O* ou *OI*..... $= c$;

elle deviendra

$$\sin.\tfrac{1}{2}O = \sqrt{\frac{\sin.\frac{1}{2}[a + (b - c)].\sin.\frac{1}{2}[a - (b - c)]}{\sin. b.\sin. c}}$$

Application de cette formule à un exemple, soient

$$a = 61^{\circ}\ 9'\ 27'',3,$$
$$b = 91.\ 32.\ 45,$$
$$c = 91.\ 25.\ 51.$$

on aura

$$b - c = 0^\circ\ 6'\ 54'',$$
$$a + (b - c) = 61.\ 16.\ 21,3,$$
$$a - (b - c) = 61.\ 2.\ 33,3,$$
$$\tfrac{1}{2}[a + (b - c)] = 30.\ 38.\ 10,65,$$
$$\tfrac{1}{2}[a - (b - c)] = 30.\ 31.\ 16,65;$$

Log. sin. $\frac{1}{2}[a + (b - c)]$ =	9,7072179.
Log. sin. $\frac{1}{2}[a - (b - c)]$ =	9,7057427.
Compl. log. sin. b..... =	0,0001581.
Compl. log. sin. c..... =	0,0001356.
Log. $(\sin. \frac{1}{2} O)^2$..... =	19,4132543.
Log. sin. $\frac{1}{2} O$..... =	9,7066271.

qui répond à 30° 35′ 24″,9; donc l'angle *ICH* réduit à l'horizon, ou angle $DCE = 61^\circ\ 10'\ 49'',18$.

CHAPITRE VII.

Réduction des angles au centre de la station.

(44.) La démonstration suivante de la réduction des angles au centre de la station, est entièrement due au C.^en Delambre, Secrétaire perpétuel de la classe des Sciences physique & mathématiques de l'Institut national & Membre du Bureau des Longitudes.

La réduction des angles au centre de la station est employée dans le cas où il est impossible de placer le cercle au centre de la station, les angles observés ont besoin d'une correction qu'on trouvera facilement au moyen des formules suivantes, qui sont aussi simples que générales.

Problême.

(45.) Supposons qu'ayant à observer l'angle *ACB* (*fig. 8*), on ait été forcé par quelqu'obstacle de se

placer en O, d'où, voyant les deux objets A & B, on a observé l'angle AOB; on demande la correction qu'il faut appliquer à l'angle AOB, pour avoir l'angle ACB au centre de la station.

SOLUTION.

L'angle AIB extérieur au triangle $BIC = ACB + CBO$,

d'où $ACB = AIB - CBO$;

l'angle AIB extérieur au triangle $AIO = AOB + OAC$,

donc $ACB = AOB + OAC - CBO$.

Le triangle ACO, donne

$$\text{sin. } OAC : \text{sin. } AOC :: OC : AC,$$

d'où

$$\text{sin. } OAC = \frac{OC \cdot \text{sin. } AOC}{AC};$$

le triangle CBO, donne

$$\text{sin. } CBO : \text{sin. } BOC :: OC : BC,$$

d'où

$$\text{sin. } CBO = \frac{OC \cdot \text{sin. } BOC}{BC};$$

substituant, on aura

$$ACB = AOB + \frac{OC \text{ sin. } AOC}{AC} - \frac{OC \text{ sin. } BOC}{BC}.$$

Faisons, pour abréger,

angle ACB..... $= C$,
angle AOB..... $= O$,
OC..... $= r$,
la distance AC de l'objet à droite..... $= D$,
celle BC de l'objet à gauche..... $= G$,
l'angle BOC, entre l'objet à gauche & la direction au centre..... $= y$,

alors

$$AOC = AOB + BOC = O + y,$$

substituant, on trouvera

$$C = O + \frac{r \sin.(O + y)}{D} - \frac{r \sin. y}{G}.$$

Cette formule est générale, elle dispense de toute figure; il suffit simplement d'avoir égard aux signes de sin. $(O + y)$ & de sin. y.

Ainsi le premier terme de la réduction sera positif, tant que l'angle $O + y$ sera moindre que deux angles droits; il deviendra négatif, si $O + y$ surpasse deux angles droits.

Le second terme sera négatif, tant que y sera au-dessous de deux angles droits; il deviendra positif, quand y surpassera deux angles droits.

Il faut que la distance CO ou r, soit exprimée en parties semblables à celle des distances D & G; c'est-à-dire, en mètres ou parties de mètres, selon que D & G seront données en mètres ou parties de mètres. Alors la réduction calculée par la formule ci-dessus, sera exprimée en parties du rayon; mais c'est en secondes qu'il faut la connoître; &, pour y parvenir, on multipliera les deux termes de la correction par l'arc égal au rayon, ou par 57° 17′ 44″,8; ou, ce qui est plus simple, on les divisera par le sinus de 1″. Représentons par q le sinus de 1″, & par R la réduction au centre, ou $C - O$, on aura

$$R = \frac{r \cdot \sin.(O + y)}{q \cdot D} - \frac{r \cdot \sin. y}{q \cdot G} \quad \ldots\ldots\ldots (1).$$

Quand on mesure l'angle AOB, la lunette supérieure se trouve dirigée vers l'objet B à gauche, &

la lunette inférieure vers l'objet A à droite; celle-ci restant fixe sur A, si l'on fait mouvoir la lunette supérieure de droite à gauche, jusqu'à ce qu'elle soit pointée sur C, le chemin qu'elle aura parcourue sur le limbe sera la mesure de l'angle $BOC = y$.

(46.) Il arrivera presque toujours que le centre C de la station sera trop voisin pour qu'on puisse le voir dans la lunette. Pour remédier à cet inconvénient, on marquera, sur la partie la plus élevée du tube de la lunette, deux points, l'un vers l'objectif, l'autre vers l'oculaire, & qui soient dans une ligne parallèle à l'axe optique de la lunette; on fera mouvoir la lunette jusqu'à ce que ces deux points s'alignent au centre, ce que l'on obtiendra, soit en bornoyant, soit en tendant un fil de l'oculaire au centre de la station, en sorte qu'il couvre les deux points marqués sur le tube.

Pour avoir l'angle y avec précision, il convient de répéter plusieurs fois cette observation qui n'est pas très-exacte, mais qui est suffisante. On mesurera de même la distance r, avec toute la précision que les circonstances permettront, sur-tout si les objets qu'on observe ne sont pas très-éloignés.

APPLICATION de la formule à un exemple.

Soient

$$D = 4510^{m}; \quad G = 4730^{m}; \quad r = 3^{m},96;$$
$$O = 33^{\circ}\,58'\,37'',43; \quad y = 232^{\circ}\,55';$$
$$O + y = 266^{\circ}\,53'\,37''43.$$

TYPE DU CALCUL.

Premier terme de la réduction, ou $\frac{r \sin.(O+y)}{q.D}$,

Log. r = log. $3^{m},96$..... = 0,5976952.
Log. sin. $(O+y)$ = log. sin. 266° 53′ 37″,43 = 9,9993612.
Complément log. sin. 1″..... = 5,3144251.
Complément log. D = compl. log. 4510^{m}.. = 6,3458235.

Somme ou log. du terme cherché..... 2,2573050.

qui répond à 180″,84, & qui doit être négatif, parce que $O+y$ surpasse 180°.

Second terme, ou $\frac{r \sin. y}{q \cdot G}$.

Log. r = log. $3^{m},96$..... = 0,5976952.
Log. sin. y = log. 232° 55′..... = 9,9018719.
Complément log. sin. 1″..... = 5,3144251.
Complément log. G = compl. log. 4730^{m}.. = 6,3251389.

Somme ou log. du terme cherché..... 2,1391311.

qui répond à 137″,76, & qui doit aussi être négatif, y étant plus grand que 180°; donc

$$R = -180'',84 + 137'',76 = -43'',08.$$

Ainsi il faut de l'angle observé au point O, soustraire 43″,08 pour avoir l'angle BCA, ce qui réduit l'angle O à 33° 57′ 54″,35.

(47.) La formule (1), n'est autre chose que la méthode ordinaire présentée sous une forme générale, & qui dispense le calculateur & l'observateur de l'embarras des figures, ou de l'énonciation de tous les cas qui peuvent arriver suivant les diverses positions du point O, par rapport au centre C. Voici une méthode plus courte, en ce qu'elle donne la réduction en un seul terme.

(48.) Par les trois sommets du triangle, faisant passer le cercle ACB, & par le point P ou BO coupe

le cercle, menant les cordes CP & AP, on aura $ACB = APB$, mais l'angle APB extérieur au triangle $APO = AOB + OAP$; le triangle AOP donne

$$\text{sin. } OAP : \text{sin. } AOB :: OP : AP,$$

d'où sin. $OAP = \dfrac{OP \cdot \text{sin. } AOB}{AP}$,

& angle $OAP = \dfrac{OP \cdot \text{sin. } AOB}{q \cdot AP}$,

donc $C = O + \dfrac{OP \cdot \text{sin. } O}{q \cdot AP}$;

le triangle COP, donne

$$\text{sin. } CPO : \text{sin. } OCP :: OC : OP = \frac{OC \cdot \text{sin. } OCP}{\text{sin. } CPO}.$$

Or, l'angle CPB extérieur au triangle $OCP = OCP + BOC$, d'où l'on tire $OCP = CPB - BOC$, & en substituant $OP = \dfrac{OC \cdot \text{sin. } (CPB - BOC)}{\text{sin. } CPB}$, ou, à cause de $CPB = CAB$,

on aura $OP = \dfrac{r \cdot \text{sin. } (A - y)}{\text{sin. } A}$;

donc $C = O + \dfrac{r \cdot \text{sin. } (A - y) \cdot \text{sin. } O}{q \cdot AP \cdot \text{sin. } A}$.

Abaissons Cx perpendiculaire sur le prolongement de AP, nous aurons $AP = Ax - Px$, les triangles rectangles CAx, CPx, donnent $Ax = AC \cdot \text{cos. } CAP$, $Px = CP \cdot \text{cos. } CPx$; donc $AP = AC \cdot \text{cos. } CAP - CP \cdot \text{cos. } CPx$, mais cos. $CPx = -$ cos. CPA, & en se rappellant que dans tout quadrilatère inscrit, les angles opposés sont supplément l'un de l'autre, on aura $-$ cos. $CPA =$ cos. $CBA =$ cos. B, ainsi

$AP = D.\cos. CAP - CP.\cos. B$; mais

$$CP : OC :: \sin. COB : \sin. CPB,$$

d'où $CP = \frac{OC.\sin. COB}{\sin. CPB} = \frac{r.\sin. y}{\sin. A}$;

donc $AP = D.\cos. CAP - \frac{r.\sin. y.\cos. B}{\sin. A}$,

& en substituant, on trouvera

$$C = O + \frac{r.\sin.(A-y).\sin. O}{q.\sin. A\,(D.\cos. CAP - \frac{r.\sin. y.\cos. B}{\sin. A})},$$

ou

$$C = O + \frac{r.\sin. O.\sin.(A-y)}{q.(D.\sin. A.\cos. CAP - r.\sin. y.\cos. B)},$$

& $C - O$, ou

$$R = \frac{r.\sin. O.\sin.(A-y)}{q.(D.\sin. A.\cos. CAP - r.\sin. y.\cos. B)}.$$

Dans cette formule, on peut, sans erreur sensible, supprimer cos. CAP au premier terme du dénominateur, & dans ce cas, elle deviendra

$$R = \frac{r.\sin. O.\sin.(A-y)}{q\,(D.\sin. A - r.\sin. y.\cos. B)}.$$

On s'assurera semblablement que dans les grandes opérations trigonométriques, le second terme du dénominateur sera toujours très-petit, qu'il pourra être supprimé, & qu'en conséquence, on aura

$$R = \frac{r.\sin. O.\sin.(A-y)}{q.D.\sin. A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Cette correction est positive, à moins que $A - y$ ne surpasse 180°; si A est moindre que y, au lieu de $A - y$, on emploiera quatre angles droits $+ A - y$.

A est toujours l'angle à l'objet à droite dans le triangle BAC, comme D est toujours la distance de l'objet à droite.

Cette seconde formule est plus commode que la première dans presque tous les cas; cependant la première est préférable, comme plus exacte, si la fraction $\frac{r}{D}$ est considérable; & même plus courte, si l'on avoit pris les angles entre A & B, & plusieurs autres objets; car, dans ce dernier cas, l'un des termes de la formule (1) seroit constant, & il n'y auroit plus qu'un seul terme à calculer, pour chacun des angles observés, excepté le premier.

(49.) Les deux termes de la formule (1), sont le plus souvent de signes contraires, ils se détruisent en partie; ils peuvent mêmes se détruire tout-à-fait, & la correction se réduit alors à zéro.

On a donc, dans ce cas, $\frac{\sin.(O+y)}{D} = \frac{\sin.y}{G}$, ce qui donne $\sin.(O+y) : \sin.y :: D : G$, on aura aussi $G.\sin.(O+y) = D.\sin.y$, ou $G\sin.O.\cos.y + G.\sin.y.\cos.O = D.\sin.y$, ou $G.\sin.O = (D - G.\cos.O).\frac{\sin.y}{\cos.y}$, ou $G.\sin.O = (D - G.\cos.O).\text{tang.}\ y$, & $\text{tang.}\ y = \frac{G.\sin.O}{D - G.\cos.O} = \text{tang.}\ A = \text{tang.}(180° + A)$; donc $y = A$, ou $y = 180° + A$.

Pour rendre la correction nulle, il suffit donc de se placer de manière que $y = A$, ou $y = 180° + A$.

La même chose peut se démontrer plus simplement par la formule (2); en effet, dans le cas de $y = A$, elle se réduit à $R = \frac{r \cdot \sin. D \cdot \sin. (A - A)}{q \cdot D \sin. A} = 0$, & dans le cas de $y = 180° + A$, elle se réduit de même à zéro.

La même chose se voit clairement dans la figure; en effet, si l'observateur, au lieu d'être en O, est en P sur la circonférence du cercle, l'angle BOC devient $BPC = BAC = A$.

On peut donc juger par l'angle observé y, si l'on est dans le cercle; car dans ce cas $A - y > 180°$, ou hors du cercle, si $A - y < 180°$; ou, enfin sur la circonférence, si $A - y = 0$, ou si $A - y = 180°$.

(50.) On peut toujours se placer sur la circonférence du cercle; en effet, on a trouvé ci-dessus $OP = \frac{r \cdot \sin. (A - y)}{\sin. A}$, ainsi après avoir observé d'un point quelconque O, la distance r, & l'angle de direction y, on n'a qu'à s'avancer dans la direction OB d'une quantité égale à $\frac{r \cdot \sin. (A - y)}{\sin. A}$, & l'on sera certain d'être sur la circonférence, ce qui peut être utile dans les cas où l'on ne pourroit mesurer exactement la distance r. Supposons qu'on ne connoisse cette distance qu'à deux ou trois décimètres près; on calculera $\frac{r \cdot \sin. (A - y)}{\sin. A}$, & l'on aura OP à quelques décimètres près. On se placera donc très-près de la circonférence; l'angle $A - y$ sera donc très-petit,

la réduction fort peu de chose, & l'on sera dispensé de connoître r plus exactement.

Si le calcul donnoit pour OP, une quantité négative; au lieu d'avancer dans la direction OB, il faudroit reculer sur le prolongement de cette même ligne.

(51.) Supposons qu'on se trouve placé dans la galerie extérieure d'une tour ou d'un clocher, on ne pourra souvent avancer ni reculer sur la ligne OP; dans ce cas, on placera les deux lunettes du cercle de manière à ce qu'elles forment l'angle A, on promenera l'instrument autour de la galerie, jusqu'à ce que la lunette inférieure étant pointée sur l'objet à gauche, la supérieure se dirige au centre, alors on aura une réduction nulle, ou presque insensible.

Si l'on se trouve deux observateurs, avec chacun un instrument, tandis que l'un cherche à la droite du centre le point ou $y = A$, l'autre cherchera à la gauche du centre celui ou $y = 180° + A$, la réduction sera nulle pour l'un & pour l'autre. Au lieu de l'angle $180° + A$, compté de droite à gauche, s'il est plus commode d'employer $180° - A$, compté de gauche à droite, cela reviendra au même.

(52.) Au surplus, il n'est pas nécessaire de se placer sur la circonférence, il suffit de se placer sur la tangente à cette circonférence, dont elle ne diffère pas sensiblement dans quelques mètres, & il est toujours facile de se placer sur la tangente.

Soit OCO' (*fig. 9*) cette tangente, on voit que l'angle $BCO' = BAC = A$, $ACO = ABC = B$,

$BCO = 180° - A$, $ACO' = 180° - B$.

Ces équations donnent les moyens de tracer la tangente OO', quand on peut placer un instrument au centre; alors, fût-on dix observateurs, on pourroit se placer tous sur cette ligne, & observer à la fois le même angle. C'est ainsi que sur la montagne de *Rebreuve* & sur la tour de *Béthune*, le C.^en Delambre fit placer l'un des deux instrumens, lorsque l'autre étoit au centre C.

L'angle CBO' étant très-petit, on aura sans erreur sensible $BO'C = 180° - BCO' = 180° - A$; $BOC = 180° - BCO = 180° - 180° + A = A$; ainsi on se placera de manière à ce que la direction au centre fasse *à gauche un angle* $= A$, ou *à droite un angle* $= 180° - A$, & l'on sera sur la tangente.

On voit par ce qui précède, combien il est aisé d'éviter les réductions, ou de les rendre à peu-près nulles, quand on a la liberté de tourner autour du centre; mais cela n'arrive guères que sur les montagnes, ou sur les tours qui se terminent en plate-forme, ou qui ont une galerie extérieure.

(53.) Il peut arriver encore, & le C.^en Delambre en a souvent fait l'expérience, que quelque obstacle empêche de mesurer la distance au centre & l'angle de direction. Dans ce cas, on aura recours aux méthodes suivantes.

Soit $HDIE$ (*fig. 10*) la coupe horizontale d'une tour, d'une pyramide ou d'un signal, dans l'intérieur duquel on ne peut pénétrer pour mesurer OC distance des centres, & l'angle de direction BOC;

supposons seulement qu'on puisse prendre les distances OD & OE, aux deux angles D & E de la tour, & les angles BOD, BOE.

Des points D & E, abaissant DG & EF perpendiculaire sur OC, on aura

$$\text{sin. } EOF = \frac{EF}{EO} = \frac{EC \cdot \text{sin. } C}{EO},$$

$$\text{sin. } DOG = \frac{DG}{DO} = \frac{CD \cdot \text{sin. } C}{DO};$$

donc

$$\text{sin. } EOF : \text{sin. } DOG :: \frac{EC \cdot \text{sin. } C}{EO} : \frac{CD \cdot \text{sin. } C}{DO}$$

$$:: \frac{1}{EO} : \frac{1}{DO} :: DO : EO;$$

mais

$$DO + EO : DO - EO :: \text{sin. } EOF + \text{sin. } DOG : \text{sin. } EOF - \text{sin. } DOG :: \text{tang. } \tfrac{1}{2}(EOF + DOG) : \text{tang. } \tfrac{1}{2}(EOF - DOG),$$

ce qui donne

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(EOF - DOG) = \left(\frac{DO - EO}{DO + EO}\right) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2}(EOF + DOG)$$

$$= \left(\frac{DO - EO}{DO + EO}\right) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2} DOE.$$

Nommons

la distance OD à droite	$= r'$.
celle OE à gauche	$= r''$.
angle DOE	$= a$.
$EOF - DOG$	$= d$.
angle de direction BOC	$= y$.
angle BOD	$= y'$.
angle BOE	$= y''$.

On aura

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2} d = \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2} a \ldots\ldots \quad (3).$$

$$EOF = \tfrac{1}{2}a + \tfrac{1}{2}d,\quad EOG = \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}d,$$

$$y = y' + \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}d = y'' - \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}d \ldots\ldots\ldots (4).$$

& à cause de $CG = CF$, on a

$$OC = \tfrac{1}{2}(OG + OF),$$

ou

$$OC = \tfrac{1}{2}(OD.\cos. DOG + OE.\cos. EOF),$$

ou

$$r = \tfrac{1}{2}[r'.\cos.(\tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{2}d) + r''\cos.(\tfrac{1}{2}a + \tfrac{1}{2}d)],$$

ou

$$r = \tfrac{1}{2}(r' + r'')\cos.\tfrac{1}{2}a.\cos.\tfrac{1}{2}d + \tfrac{1}{2}(r' - r'')\sin.\tfrac{1}{2}a.\sin.\tfrac{1}{2}d \ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

& souvent sans erreur sensible

$$r = \tfrac{1}{2}(r' + r'').\cos.\tfrac{1}{2}a.$$

A l'aide de ces trois formules, on déterminera fort exactement r & y, qu'on ne peut observer directement; mais il est indispensable d'observer les distances OD, OE, & les deux angles de direction BOD, BOE.

Si r' est plus petit que r'', $r' - r$ sera une quantité négative, $\frac{1}{2}d$ changera de signe dans la formule (5).

Il n'y a rien dans ces formules qui dépende de la figure de la tour, ou du signal; ainsi cette figure pourroit être quarrée, rectangulaire, hexagone, octogone, &c.; mais il faut qu'elle soit régulière, & d'un nombre pair de côtés, afin que le centre C se trouve toujours sur le milieu de la diagonale DE.

Si la figure étoit circulaire, on auroit $r' = r''$; $d = 0$, $y = y' + \frac{1}{2}a = y'' - \frac{1}{2}a$, $r = r'.$ séc. a.

(54.) Le centre des clochers est ordinairement embarrassé d'une grosse poutre verticale, qui pourroit causer des erreurs de deux ou trois centimètres dans les distances r, & de quelques degrés dans l'estimation de l'angle y. Pour éviter ces erreurs, le C.^en Delambre a employé les formules précédentes.

(55.) Il arrive encore quelquefois qu'on ne peut voir du point O, les points diamétralement opposés de la poutre ou du signal, mais seulement les deux arrêtes de la face voisine; dans ce cas, on employera les formules suivantes;

Le triangle CDO (*fig.* 11) donne

$$CD : CO :: \sin. COD : \sin. CDO;$$

le triangle COE donne pareillement

$$CE : CO :: \sin. COE : \sin. CEO;$$

& à cause de $CD = CE$, on aura

$$\sin. COE : \sin. COD :: \sin. CEO : \sin. CDO,$$

&

$$\sin. COE + \sin. COD : \sin. COE - \sin. COD :: \sin. CEO + \sin. CDO : \sin. CEO - \sin. CDO,$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE + COD) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO + CDO) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO),$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2} DOE : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\tfrac{1}{2}(360° - DOE - DCE) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO),$$

ou

$$\text{tang.}\tfrac{1}{2} a : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(COE - COD) :: \text{tang.}\, 180° - \tfrac{1}{2}(C + a) : \text{tang.}\tfrac{1}{2}(CEO - CDO);$$

or

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(CDE - COD) = -\text{tang. } \tfrac{1}{2}a \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2}(CEO - CDO) \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}(C + a),$$

ou

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(COD - CDE) = \text{tang. } \tfrac{1}{2}a \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}(C + a) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2}(DEO - ODE);$$

le triangle ODE donne

$$OD : OE :: \text{sin. } DEO : \text{sin. } ODE,$$

ou

$$OD + OE : OD - DE :: \text{tang. } \tfrac{1}{2}(DEO + ODE) : \text{tang. } \tfrac{1}{2}(DEO - ODE);$$

d'où

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(DEO - ODE) = \left(\frac{OD - OE}{OD + OE}\right) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2}(DEO + ODE)$$

$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right) \cdot \text{tang. } \tfrac{1}{2}(180° - a)$$

$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right) \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}a \ldots\ldots\ldots (6).$$

Donc

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}(COD - COE) = \text{tang. } \tfrac{1}{2}a \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}(C + a)\left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right) \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}a$$

$$= \left(\frac{r' - r''}{r' + r''}\right) \cdot \text{cot. } \tfrac{1}{2}(C + a) \ldots\ldots\ldots (7).$$

La formule (6) donnera les angles du triangle EDO; la formule (7) fera connoître les angles COD & COE; nommant p' le premier, p'' le second, on aura

$$y = y' + p' = y'' - p'' \ldots\ldots\ldots\ldots (8).$$

Le triangle COD donne

$$OC : OD :: \text{sin. } ODC : \text{sin. } OCD,$$

d'où

$$OC = \frac{OD \cdot \text{sin. } ODC}{\text{sin. } OCD} = \frac{OD \cdot \text{sin. } (ODE + EDC)}{\text{sin. } (ODC + DOC)},$$

nommant

Nommant, pour abréger, b l'angle $EDC = CED$, $EDO = u'$, $OED = u''$, on aura

$$\text{sin. } (ODE + EDC) = \text{sin. } (u' + b) = \text{sin. } (u'' + b)$$
$$\text{sin. } (ODC + DOC) = \text{sin. } (EDO + EDC + DOC)$$
$$= \text{sin. } (u' + b + p') = \text{sin. } (u'' + b + p'');$$

donc $r = \frac{r' \cdot \text{sin. } (u' + b)}{\text{sin. } (u' + b + p')}$, ou $r = \frac{r' \cdot \text{sin. } (u'' + b)}{\text{sin. } (u'' + b + p'')}$.

(56.) Il résulte des formules ci-dessus, les suivantes, qui dispenseront de faire des figures.

(1) $\text{tang. } x = \frac{r''}{r'}$.

(2) $\text{tang. } \frac{1}{2} d = \text{tang. } (x - 45°) \cdot \text{tang. } (90° - \frac{1}{2} a)$.

(3) $u' = 90° - \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} d$.

(4) $u'' = 90° - \frac{1}{2} a - \frac{1}{2} d$.

(5) $\text{tang. } \frac{1}{2} d' = \text{tang. } (x - 45°) \cdot \text{cot. } \frac{1}{2} (C + a)$.

(6) $p' = \frac{1}{2} a - \frac{1}{2} d'$.

(7) $p'' = \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} d'$.

(8) $r = \frac{r' \text{ sin. } (u' + b)}{\text{sin. } (u' + b + p')} = \frac{r'' \cdot \text{sin. } (u'' + b)}{\text{sin. } (u'' + b + p'')}$.

(9) $y = y' + p' = y'' + p''$.

Si $x < 45°$, $x - 45°$ sera une quantité négative, $\frac{1}{2} d$ & $\frac{1}{2} d'$ changeront de signe dans les formules 3, 4, 6 & 7.

Il suffit de connoître u' avec p', ou l'angle u'' avec p''; mais en faisant le calcul avec ces deux paires d'angles, on aura deux fois la valeur de r, & l'on sera sûr de ne s'être pas trompé.

(57.) Il est encore arrivé, au C.^en^ Delambre, que dans un clocher très-étroit & très-embarrassé de charpente, il ne put observer que l'un des deux angles y' ou y''; c'est-à-dire, BOD ou BOE.

Dans ce cas, il faut mesurer le côté $DE = k$, & dans le triangle EOD, on connoît les trois côtés, & on calculera l'angle EOD ou a, par la formule

$$\sin.\ \tfrac{1}{2}\ a = \sqrt{\frac{[\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - r'].[\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - r']}{r'.r''}},$$

& l'on aura tout ce qui est nécessaire pour calculer les formules précédentes, mais les formules 8 & 9 seront simples au lieu d'être double, & l'on n'aura plus de vérification; si l'on en veut une, on s'y prendra ainsi qu'il suit :

Supposons qu'on ait observé $y' = BOC$, & en nommant k' le côté ED, $m = EC = CD$, $n' = DCO$, $n'' = ECO$, on aura

$$\sin.\ \tfrac{1}{2}\ ODE = \sqrt{\frac{[\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - r'].[\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - k]}{r'.k}}$$

quantité égale à .cos. Q, en faisant $Q = 90° - \tfrac{1}{2}\ ODE$.

$$\text{tang. } b = \text{tang. } FED = \frac{FD}{DE} = \frac{k'}{k},$$

$$m = \tfrac{1}{2}\ ED\ .\ \text{séc. } FDE = \frac{k}{2 \text{ cos. } FED} = \frac{k}{\cos b},$$

$$\text{tang. } x = \frac{r'}{m},$$

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2}\ d = \text{tang. } (x - 45°)\ .\ \text{tang. } (Q - \tfrac{1}{2}\ b),$$

$$n' = Q - \tfrac{1}{2}b + \tfrac{1}{2}\ d,\ p' = Q - \tfrac{1}{2}b - \tfrac{1}{2}\ d,\ y = y' + p',$$

$$r = \frac{r'.\ \text{sin. } (p' + n')}{\text{sin. } n'}.$$

Si l'on a observé $y'' = BOE$, on aura pareillement

$$\text{cos. } Q = \tfrac{1}{2}\ CEO = \sqrt{\frac{[\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - r'']\ .\ [\tfrac{1}{2}(r' + r'' + k) - k]}{r''k}},$$

$$\text{tang. } b = \frac{k'}{k}, \quad m = \frac{k}{2 \cos. b}, \quad \text{tang. } x = \frac{r''}{m},$$

$$\text{tang. } \tfrac{1}{2} d = \text{tang. } (x - 45^\circ) \cdot \text{tang. } (Q - \tfrac{1}{2} b),$$

$$n'' = Q - \tfrac{1}{2} b + \tfrac{1}{2} d, \; p'' = Q - \tfrac{1}{2} b - \tfrac{1}{2} d, \; y = y'' - p'',$$

$$r = \frac{r'' \cdot \sin. (p'' + n'')}{\sin. n''}.$$

(58.) Ces calculs sont longs, on les simplifiera beaucoup en se plaçant dans la direction d'une des faces du signal, dans lequel on ne peut pénétrer.

Supposons l'instrument en O (*fig.* 12) sur le prolongement de FD; on observera l'angle FOB, & l'on aura $y = FOB + FOC$,

$$\text{tang. } FOC = \frac{Cm}{Om} = \frac{\frac{1}{2} LF}{OD + \frac{1}{2} DF} = \frac{LF}{2 OD + DF},$$

$$r = Om \cdot \sec. FOC = \frac{OD + \frac{1}{2} DF}{\cos. FOC}.$$

Si le point O étoit sur la ligne, ce qui arrivera dans les galleries extérieures des clochers, il suffiroit de faire OD négatif, dans les formules ci-dessus, & si OD négatif surpassoit $\frac{1}{2} DF$, l'angle FOC seroit obtus, le numérateur & le dénominateur de la valeur de r seroient tous deux négatifs.

(59.) On peut aussi se trouver dans un clocher, dont l'intérieur est un polygone régulier, dont le centre est inabordable & même invisible.

Soit ACD (*fig.* 13) un des triangles qui composent le polygone, C le centre du polygone, & O celui de l'instrument, B l'objet à gauche.

On observera l'angle AOB, & on mesurera AD & OD, on aura $AM = \frac{1}{2} AD$,

$CM = AM.\text{tang. } CAM = AM.\text{cot. } ACM,$

$$ACM = \frac{180^\circ}{\text{nombre des côtés du polygone}},$$

$$\text{tang. } MOC = \frac{CM}{MO} = \frac{CM}{\frac{1}{2}AD - OD},$$

$$r = OC = \frac{OM}{\text{cos. } OMC}, \quad y = BOC = 360^\circ - AOB - AOC.$$

En se plaçant en M, on auroit $r = CM.\text{cot. } ACM$, $y = 360^\circ - AMB - 90^\circ = 270^\circ - AMB$.

Au moyen des méthodes & formules exposées dans tout ce qui précède, un observateur intelligent & qui connoît les élémens les plus simples de la géométrie, se tirera sans peine de toutes les difficultés qui pourront se rencontrer dans la pratique; mais pour de plus amples détails, on pourra consulter l'ouvrage intitulé : *Mesure d'un arc du Méridien*, par le C.^en Delambre.

(60.) On voit, d'après ce qui est exposé ci-dessus, que les formules du C.^en Delambre sont très-compliquées, quand il s'agit de trouver l'angle de direction & la distance au centre, dans le cas où le centre est occupé par une poutre verticale. Une construction facile peut donner, avec une exactitude suffisante, la distance au centre, & un point dans la direction de ce centre pour y pouvoir pointer la lunette (*). On ne peut jamais se flatter d'obtenir, avec une précision rigoureuse, les élémens pour la réduction au centre de la station; il faudroit pour cela suspendre un fil à plomb, du point de mire, qui se trouve quel-

(*) Cette construction & la suite ont été extraits du N.° 1.er *du Mémorial topographique & militaire*, imprimé par ordre du Ministre de la guerre.

quefois à dix, quinze ou vingt mètres au-dessus du lieu où l'on peut placer l'instrument; ce qui est ordinairement impossible, parce que le point de mire se trouve au-dessus du toît, quand d'ailleurs les planchers & la charpente intérieure n'empêcheroient pas cette opération. On en est réduit à conclure le lieu qui répond perpendiculairement au-dessous du point de mire, par la détermination du centre de l'intérieur de l'édifice; & il faudroit supposer une grande perfection dans la construction, pour ne pas craindre une différence de cinq à six décimètres entre le centre & le point de mire.

Au reste, cette différence est fort légère, & paroît être beaucoup au-dessous de l'erreur de l'observation, sur-tout si les signaux sur lesquels on pointe sont assez éloignés; mais elle semble prouver qu'il n'est pas nécessaire de s'attacher pour cet objet à une grande précision. La construction qu'on va indiquer suffira dans presque tous les cas.

(61.) Supposons que $EDFG$ (*fig. 11*), soit une poutre rectangulaire qui occupe le centre C de la station, O le centre de l'instrument; on ne peut mesurer OC, ni l'angle de direction BOC (B est l'objet à gauche).

Du point H, milieu de la face ED, on élevera la perpendiculaire HI, qu'on fera égale à $\frac{1}{3}DF$, ou $\frac{1}{3}EG = HC$. On tirera OI & OH; d'un point quelconque M de OI, on menera MN parallèle à HI, & l'on fera $LQ = ML$; le point Q sera dans la direction OC.

On pourra donc suspendre un fil à plomb sur le point N, & prendre l'angle $BOQ = BOC$.

Si l'on prolonge OQ jusqu'en R, & qu'on mène RI, on aura $OR + RI = OR + RC = OC =$ distance au centre. On connoîtra dans la formule (1) (45) r & y, avec lesquels on calculera la réduction au centre.

Cette construction qu'on fait sur le plancher, n'exige qu'une ficelle & de la craie blanche; le point O aura pu être déterminé par un fil à plomb avant de placer l'instrument.

Le procédé sera le même pour une poutre quarrée.

(62.) Si la poutre est hexagonale, soit $AGHKMP$ (*fig.* 12) son contour, O le centre de l'instrument. Des points G & H & du rayon GH, tracez les arcs pq & no, qui se couperont en X; tracez XT sur le milieu de GH; menez OX, OT; d'un point quelconque Q de OX, tirez QN parallèle à XT; faites $SV = SQ$: le point V sera dans la direction OC; on pourra mesurer l'angle $BOV = BOC$; prolongez OV jusqu'en R; menez RX, on aura $OR + RX = OR + RC = OC$.

(63.) Si la poutre $abcdefgh$ (*fig.* 11) est octogonale, on en formera le quadrilatère $EDFG$, & la construction sera la même que pour la poutre rectangulaire.

(64.) Enfin, si la poutre est cylindrique, soit $ADBE$ (*fig.* 13 *bis*) son contour : on prendra avec l'instrument, qui a servi aux observations, les angles MOA, MOB que font avec l'objet à gauche, les tangentes menées du même point O au cylindre; la moitié de la somme de ces deux angles donnera l'angle de direction MOC.

Pour avoir OC, on menera OD qui est la plus

courte distance du point O à la poutre ; & pour avoir DC, on enveloppera le cylindre d'une ficelle, qu'on mesurera pour en avoir la circonférence ; puis du logarithme du nombre de parties qu'elle contiendra, on retranchera le logarithme constant 0,7981799, pour avoir le nombre de parties de DC : 0,7981799 est le logarithme du rapport de la circonférence au rayon.

Supposons, par exemple, que la circonférence du cylindre ait été trouvée de 117 centimètres.

Log 117.....	2,0681859.
Otant le log. constant.....	0,7981799.
Il reste.....	1,2700060.

qui correspond à 18,6 centimètres valeur de DC.

(65.) Il peut arriver encore que du lieu où se trouve placé l'instrument, quelqu'obstacle empêche de voir le centre, soit l'observateur en O (*fig.* 10), qu'un obstacle empêche de voir le centre C, on choisira un point B', d'où l'on puisse appercevoir O & C ; on prendra l'angle $CB'O$, soit avec un cercle, soit avec un autre instrument ; on mesurera $B'C$ & $B'O$, & on calculera OC & l'angle $B'OC$, lequel, ajouté à l'angle $B'OB$ pris avec le cercle, donnera l'angle de direction BOC. Ce moyen sera sur-tout applicable, lorsqu'on sera obligé d'observer d'une galerie, en dehors d'un édifice.

Tels sont à peu-près tous les cas embarrassans qui peuvent se présenter. On ne peut pas tout prévoir ; il faut trouver des expédiens divers pour les différentes circonstances ; l'intelligence & l'habitude les font découvrir. Lorsqu'on aura le pouvoir de faire pra-

tiquer des ouvertures dans les clochers ou tours mal percées, on opérera plus exactement & plus commodément.

Lorsqu'on est obligé de s'écarter du centre de la station pour observer, il faut, si cela se peut, placer l'instrument de manière à voir de la même ouverture tous les objets entre lesquels on se propose de prendre des distances angulaires; on n'aura alors qu'une seule distance au centre à mesurer, & un seul angle de direction à prendre; les autres s'obtiendront par l'addition successive de cet angle avec les angles observés.

SECONDE PARTIE.

CONTENANT la description & les usages des divers Instrumens dont on se sert, soit pour mesurer les angles sur le terrain, ou en mer pour prendre les hauteurs des astres, & pour lever le détail des objets dont les points principaux ont déjà été déterminés par la Trigonométrie.

CHAPITRE PREMIER.

ATTENTIONS qu'il faut apporter dans les mesures prises sur le terrain; instrumens dont on fait usage pour mesurer les angles.

(66.) IL a déjà été indiqué plus haut (1) que, lorsque l'on doit faire un plan d'une étendue quelconque, c'est par des triangles que l'on fixe la position des principaux points de la carte; & l'on détermine tous les angles & les côtés de ces triangles, soit par des mesures actuelles, soit par des calculs fondés sur les analogies qu'on a démontré. Au premier coup-d'œil rien ne paroît plus facile que l'application des règles de la géométrie à la pratique sur le terrain; mais lorsqu'on réfléchit sur toutes les causes d'erreurs qui accompagnent nécessairement toutes les opérations, on ne peut apporter trop de précautions pour les diminuer le plus qu'il est possible, pour les distinguer

les unes des autres, & pour les corriger ou les prévenir. Enfin, il faut savoir quelquefois les estimer assez adroitement pour ne pas trop compliquer les détails des opérations. Les grandeurs que l'on mesure sur le terrein, sont de deux espèces, ou des étendues en longueurs qui servent de base aux triangles que l'on veut établir, ou les angles qui sont formés par les rayons visuels, dirigés aux principaux points du plan à lever. Lorsque l'on veut mesurer les bases, il faut choisir, autant qu'il est possible, le terrein le plus uni & le plus étendu; il faut, si l'on se sert de chaînes, avoir attention de les faire tendre toujours également & horizontalement; & ne se servir que de celles que l'on a bien vérifiées avec des mesures bien connues: encore, si les opérations étoient d'une certaine importance, comme s'il s'agissoit de déduire la longueur d'un degré d'un méridien, par une latitude quelconque, il faudroit rejetter toutes les chaînes dont on fait usage dans la levée des plans, & mesurer les différentes bases particulières, & singulièrement la première avec la plus grande attention.

Les divers instrumens employés à la mesure des angles pour la levée des plans & en général pour les opérations géodésiques, sont: le graphomètre, le cercle répétiteur, l'octant ou quartier de réfléxion, le cercle de Borda, la planchette & la boussole; on va donner successivement la description & l'usage de ces instrumens.

CHAPITRE II.

Du Graphomètre ; de son usage & de la manière de le vérifier.

(67.) Les angles se mesurent avec le graphomètre, ou avec des quart-de-cercles munis de lunettes pour découvrir les objets les plus éloignés. Dans les plans relatifs aux opérations des grands chemins, ou autres travaux, la plupart du temps on peut se servir d'un bon graphomètre ordinaire pour mesurer les angles, si les côtés des triangles que l'on veut former n'excèdent pas sept à huit mille mètres ; quand les distances deviennent plus considérables, il faut employer le cercle répétiteur, dont on trouvera ci-après la description & les usages.

On sait que le graphomètre (*fig. 14*), n'est autre chose qu'un demi-cercle divisé en 180 degrés, avec une règle mobile sur son centre, & munie à ses deux extrêmités de pinnules fixes & invariables, qu'elle entraîne avec elle. Il porte encore deux autres pinnules perpendiculaires à son plan, & qui répondent l'une vis-à-vis de l'autre aux points marqués 0° & 180°. Pour donner au graphomètre plus de justesse dans les mouvemens circulaires, les meilleurs sont tellement construits, que leur tige est mobile dans la boule de cuivre qui forme le genou, & tellement disposée, qu'au moyen d'une vis de pression, on peut supprimer presqu'entièrement le grand mouvement. Ensuite, au moyen d'une autre vis sans fin, parallèle au plan de l'instrument, & qui engraine

dans les divisions d'un plateau circulaire, aussi parallèle au plan de l'instrument. On peut faire mouvoir le graphomètre aussi lentement qu'on le juge à propos; ce qui facilite singulièrement le moyen de ramener insensiblement le rayon visuel, dirigé par les pinnules fixes sur les objets que l'on peut observer. L'alidade mobile est pareillement susceptible des deux mouvemens, l'un très-libre en vertu duquel on lui fait parcourir assez rapidement toutes les divisions du limbe; & l'autre très-lent, pour ramener insensiblement les pinnules fixées aux deux extrêmités de l'alidade à faire tomber le rayon visuel qu'elles dirigent sur l'objet, dont on veut observer l'angle avec le rayon visuel dirigé au premier objet.

Une des qualités essentielles d'un bon graphomètre, c'est d'être non-seulement bien divisé, mais encore d'être bien cintré; c'est-à-dire, que les lignes de mire, soit des pinnules de l'instrument & de son alidade, soit des axes des lunettes fixes & mobiles, se coupent bien précisément au centre de l'instrument. Pour vérifier un graphomètre, il faut choisir un lieu dont l'horizon soit libre, & environné d'un grand nombre d'objets. On dirigera des rayons visuels à tous ces différens objets, en observant les angles que font tous les rayons visuels deux à deux; en tournant toujours dans le même sens, jusqu'à ce que l'on soit de retour à l'objet dont on est parti, après avoir parcouru le tour entier de l'horizon. On sait que tous les angles formés autour d'un point, valent 360 degrés, si donc on pouvoit observer chaque angle en particulier, avec une précision géométrique; en ajoutant

tous les angles observés, on devroit retrouver les 360 degrés; mais il est aisé de sentir qu'aucun ne peut être observé avec cette rigueur absolue, soit à cause de la petitesse des divisions de l'instrument, soit à cause de l'imperfection de notre vue. On pourroit remédier à l'erreur qui provient de la petitesse du rayon de l'instrument; mais en augmentant le rayon pour avoir les degrés plus grands, on augmenteroit aussi considérablement le prix de l'instrument, & la difficulté de le transporter. Il est donc de toute nécessité qu'il y ait quelques erreurs, soit en plus, soit en moins dans la somme de tous les angles, d'un tour de l'horizon, si l'on ne trouve que quelques minutes pour un graphomètre de cinq à six pouces de rayon; on jugera les angles assez bien observés, & l'instrument bien cintré. Encore faudra-t-il répéter plusieurs fois l'opération, parce qu'il arrive souvent que le hazard produira des compensations qui feroient juger bon un instrument au-dessous du médiocre. On peut encore vérifier un graphomètre, en observant séparément chacun des trois angles, de plusieurs triangles; car si ces angles sont bien mesurés, & si l'instrument est suffisamment bon, on doit trouver très-près de 180 degrés, soit en excès, soit en défaut. On doit même observer d'avoir l'attention dans la mesure des grands triangles, de ne point conclure le troisième angle des deux angles observés sur la base; mais de se transporter au troisième point du triangle, pour observer l'angle. Si l'on s'étoit trompé grossièrement, comme cela peut arriver, dans l'observation des deux premiers angles; cette opé-

ration feroit reconnoître l'erreur, & serviroit à concilier quelquefois les inconséquences, dont on ignoroit la cause & le principe. On peut regarder les divisions, dont on se sert dans les instrumens actuels, comme une des inventions les plus heureuses pour la perfection des opérations de la géométrie pratique. On se servoit autrefois, pour estimer les minutes de dix en dix, de circonférences concentriques, tracées sur le limbe de l'instrument, & coupées transversalement par des lignes qui alloient aboutir de chaque degré du cercle intérieur, au degré du cercle extérieur, plus ou moins avancé d'une division de 0 ou de 180° : les transversales qui doivent être des circonférences de cercle, étoient tout simplement des lignes droites qui introduisoient nécessairement une erreur dans la manière d'estimer les minutes de degrés.

Nous insisterons peu sur ces divisions qui ont été heureusement abandonnées, pour faire connoître celle que l'on a adoptée généralement aujourd'hui ; cette division est attribuée à Nonius : voici en quoi elle consiste. On trace sur le limbe de l'alidade mobile, un arc de cercle concentrique à la circonférence, extérieure du limbe de l'instrument : ensuite ayant pris un certain nombre de degrés sur la circonférence du graphomètre, & le même nombre de degrés sur l'arc de l'alidade; on divise cet arc en un autre nombre de parties égales, d'une unité plus grande. Par ce moyen, on a un arc sur l'alidade d'un certain nombre de minutes plus petit que l'arc d'un degré. Pour donner un exemple, supposons que l'on veuille avoir les angles avec les minutes de cinq en cinq. L'arc d'un degré sur le limbe

de l'instrument, sera donc de 60 minutes, & la première division sur l'alidade sera de 55 minutes; donc puisque les divisions de l'arc tracé sur l'alidade, doivent équivaloir à un certain nombre de degrés, il faut qu'un certain multiple de 55, soit égal à un autre multiple de 60. Donc les nombres de divisions du limbe & de l'alidade doivent être dans la raison réciproque de 60 : 55, ou de 12 : 11. On prendra donc sur la circonférence du limbe & sur l'alidade, un arc de 11 degrés que l'on divisera sur celle-ci en douze parties égales. Si l'instrument étoit divisé en demi-degrés, ou en arcs de 30 minutes; pour avoir les minutes de deux en deux par la division de Nonius; il faudroit qu'un certain multiple de 30 minutes fut égal à un autre multiple de 28 minutes; donc le nombre des divisions sur le limbe & sur l'alidade pour le même arc de part & d'autre, doit être dans la raison réciproque de 30 à 28, ou de 15 à 14; c'est-à-dire, qu'il faudroit prendre sur le limbe un arc de quatorze demi-degrés, que l'on diviseroit sur l'alidade en quinze parties égales, & par cette division, on pourroit mesurer tous les angles de deux minutes en deux minutes. Enfin, si la circonférence du cercle étoit divisée en quart de degrés, on auroit les angles à une minute près, par une division de quatorze quarts de degrés en quinze parties égales. Tout ceci bien entendu, pour mesurer un angle observé, on examinera s'il y a sur le limbe & sur le bord de l'alidade deux divisions qui coïncident absolument : ensuite, partant de cette division pour revenir vers la fleur qui est sur l'alidade, & qui correspond au rayon

visuel des pinnules, ou à l'axe de la lunette; on comptera toutes les divisions intermédiaires, & l'on prendra autant de fois 5 minutes qu'il y aura de pareilles divisions, si le nonius donne les minutes de cinq en cinq, ou bien autant de fois deux minutes, si la division donne les minutes de deux en deux; ajoutant le nombre de minutes au nombre de degrés marqués sur le bord de l'instrument, on aura l'angle avec toute la précision dont l'instrument sera susceptible. Si l'on ne trouve point de division qui coïncide absolument, comme cela peut arriver très-souvent, on s'arrêtera à celles qui approchent le plus de tomber l'une sur l'autre, & l'on estimera du mieux que l'on pourra l'excès ou le défaut, en comptant d'ailleurs comme dans le cas précédent.

Supposons, par exemple, que la fleur de l'alidade (*fig. 15*) réponde au-delà du trente-septième degré de division sur le limbe, & que ce soit le quarante-deuxième degré du limbe qui coïncide absolument avec une division du nonius; on comptera en retournant vers la fleur : si, par exemple, on a trouvé qu'il y a cinq divisions sur l'alidade, on comptera 35 minutes, & l'angle observé sera de 37° 35′. Si la division eût été un peu au-dessous de la division du limbe, par rapport à la fleur, on eût retranché à peu-près deux minutes & demie, & si elle eût été tant soit peu au-dessus, il auroit fallu ajouter à 35′, ce que l'estime auroit fait trouver.

CHAPITRE

CHAPITRE III.

Description du cercle à deux lunettes (*), ou *cercle répétiteur.*

(68.) Le cercle à deux lunettes a un tel avantage dans les opérations trigonométriques qu'il est à présumer qu'on l'emploiera de préférence à tout autre, lorsqu'on sera jaloux d'atteindre à une grande exactitude.

Cet instrument (*fig. 16*), n'est autre chose qu'un cercle entier d'un pied seulement de diamètre, qu'on pourroit même réduire à quatre pouces; par conséquent d'un volume très-portatif, très-commode, qui se place par-tout, s'établit sans embarras sur le plus petit appui, dans l'espace le plus étroit, & qui, malgré sa petitesse, donne plus d'exactiude qu'on n'en pourroit attendre des grands quarts-de-cercle.

Le cercle entier est un instrument si simple qu'il n'est pas nécessaire d'entrer dans une description détaillée des diverses pièces qui le composent, & que tout artiste est en état d'exécuter. L'inspection de la figure le fera suffisamment connoître, avec l'explication suivante.

C, *C*, cercle sur champ, à six rayons, taillé intérieurement en biseau, & portant un limbe supérieur *D*, *D* divisé, & un limbe inférieur *NN*, non divisé.

(*) Extrait d'un ouvrage intitulé: *Exposé des opérations faites en France, en 1787*, pour la jonction des observatoires de Paris & de Greenwich, par les Citoyens Cassini, Méchain & Legendre.

L, *L*, lunette supérieure qui porte les nonius, & glisse sur le limbe divisé *D*, *D*.

F, *F*, lunette inférieure qui glisse sur le limbe *N*, *N*, qui ne porte aucune division.

t, *t*, talons des lunettes qui les joignent aux règles ou alidades *l*, *l* qui les supportent.

g, *g*, agraffes à ressort qui retiennent les alidades contre les limbes *DD*, *NN*, sur lesquels elles doivent glisser avec les lunettes.

b, *b*, recouvrement des objectifs.

a, *a*, petits anneaux coulans, qui recouvrent une ouverture faite aux tuyaux des lunettes pour pouvoir avancer, reculer, ou tourner le chassis qui tourne les fils.

M, *M*, microscope pour l'estime des divisions.

S, *S*, supports sur lesquels l'axe *AA* tournant, renverse en même temps la tige *Z* perpendiculaire au plan du cercle, ainsi que le tambour *B* qui lui est parallèle, & donne par conséquent l'inclinaison que l'on veut au plan de l'instrument.

H, vis de pression contre un petit quart-de-cercle *q*, fixé par le centre à l'axe *AA*, au moyen de laquelle on maintient l'instrument dans l'inclinaison nécessaire.

G, grande vis qui tient au tambour supérieur *B*, qui engraine dans la partie inférieure & dentelée *Q*, & fait tourner insensiblement le cercle & les lunettes dans leur plan, au moyen d'un axe fixe & perpendiculaire au cercle *Q*, qui traverse la tige creuse *Z*.

T, *T*, vis qui réunissent la fourche *sks* au talon *WW*, couronnement de la colonne du pied, & per-

mettent en conséquence de séparer ou de joindre à volonté, l'instrument & son pied.

vv, petites vis de rappel des lunettes, avec leur vis de pression *pp*, qui fixe l'alidade pour opérer le mouvement lent de la vis de rappel.

E, *E*, *E*, vis du pied à trois fourches.

V, vis d'engrainage ou pignon, qui donne à la colonne du pied & à tout l'instrument, un mouvement général azimuthal sur un axe intérieur à la colonne *O*, lequel axe est fixé perpendiculairement au trépied, ainsi qu'au cercle horizontal *h*, qui porte & tient à ce trépied par des talons.

P, vis de pression pour arrêter le mouvement azimuthal.

MOUVEMENS DE L'INSTRUMENT.

1.° La colonne *O* du pied, étant creuse & recevant intérieurement un axe fixé perpendiculairement sur le trépied, cette colonne a sur cet axe un mouvement de rotation qu'elle communique à tout l'instrument; & ce mouvement que nous appellons *azimuthal*, s'opère en desserrant la vis de pression *P*, & faisant tourner la colonne, soit promptement avec la main, soit insensiblement avec la vis à pignon *V*. Le cercle horizontal *h*, sur lequel se fait la révolution, étant gradué, on peut, au moyen de l'alidade, qui porte les vis *P*, *V*, estimer les angles décrits ou les azimuths.

2.° En desserrant la vis de pression *H*, on peut faire tourner l'instrument sur l'axe *A*, & donner au plan du cercle, une inclinaison telle qu'il passe de

la position horizontale à la position verticale, & propre aux observations astronomiques.

3.° On peut encore donner à la colonne, & à tout l'instrument, un petit mouvement d'inclinaison par le moyen des vis du pied *E*, *E*, *E*.

4.° Au moyen de la vis *G*, qui engraine dans le cercle dentelé, placé au-dessous du tambour *B*, on fait tourner insensiblement le cercle dans son propre plan, quelque soit son inclinaison. Si l'on veut rendre ce mouvement plus prompt, on désengraine la vis *G*, par le moyen du ressort *R*, qui est fixé au tambour; & alors, avec la main, on fait tourner le cercle perpendiculairement à l'axe *Z*, & parallélement au tambour *B*.

On voit donc que les mêmes mouvemens peuvent s'opérer jusqu'à un certain point & par le pied, & indépendamment du pied de l'instrument. C'est à l'observateur à juger, selon les circonstances, du moyen qu'il doit employer.

(69.) La *figure 17* représente le support très-commode & très-portatif, dont on fait usage pour l'établissement du cercle, soit en rase campagne, soit sur une tour ou dans un clocher, les trois pieds *P*, *P*, *P*, se replient en dedans, lorsque l'on veut; & aux trois angles de la planche ou appui triangulaire, sont trois petits sabots de cuivre *C*, *C*, *C*, faits pour recevoir les trois vis du pied de l'instrument; la tige *G* s'élève ou s'abaisse à volonté, au moyen d'une crémaillère, pour mettre l'instrument à la hauteur de l'œil de l'observateur

Quoiqu'une fenêtre, un banc, ou une grosse pierre puisse servir très-bien d'appui à l'instrument, il vaut toujours beaucoup mieux emporter avec soi un pied de bois, semblable à celui décrit ci-dessus, qui est commode & d'un transport facile (*).

USAGE du cercle répétiteur pour la mesure des angles sur le terrain.

(70.) Ayant établi l'instrument sur son pied & sur son support, dans la place où doit être faite la mesure de l'angle; voici les opérations préparatoires qui doivent précéder cette mesure.

1.° Lâchez la vis de pression *P*, du cercle azimuthal, & donnez à la colonne *O* un mouvement de rotation, jusqu'à ce que les deux supports *S*, *S*, de l'instrument, se trouvent à-peu-près dirigés entre les deux objets que vous devez observer; fixez ensuite le pied dans cette position, en serrant la même vis *P*. Cette disposition est la plus favorable pour pouvoir, dans la suite, amener le plan de l'instrument dans le plan des deux objets, lorsqu'il est un peu incliné à l'horizon.

2.° Lâchez la vis de pression *H* des supports, & donnant un mouvement au plan de l'instrument, cherchez à le placer dans la ligne, ou parallélement à la ligne qui joint les deux objets, ce qui se juge facilement, en bornoyant de l'œil le limbe supérieur

(*) Ceux qui seroient dans le cas de faire exécuter un instrument pareil à celui qui vient d'être décrit, pourront s'adresser au C.en Lenoir, habile Ingénieur en Instrumens de mathématiques & de physique, au Dépôt de la Marine, *rue de la Place Vendôme.*

ou inférieur du cercle ; fixez le plan dans cette position, en resserrant la même vis *H*.

3.° Rendez mobiles les deux lunettes, & par le moyen de leurs vis de rappel *v*, *v*, amenez la lunette supérieure *L*, sur le point zéro de la division, & ramenez au-dessous d'elle la lunette inférieure *F*.

4.° Faites tourner le cercle sur son tambour, soit au moyen de la vis *G*, soit en la désengrainant par le moyen du ressort *R*, & donnant le grand mouvement, jusqu'à ce que la lunette supérieure, fixée sur zéro, se trouve dans la direction de l'objet, qui est à droite ; & rendant mobile la lunette inférieure, amenez-là dans la direction du second objet, qui se trouve à gauche. Dans cette position, si les deux objets ne se trouvent pas au centre des lunettes, c'est que l'instrument, dans la seconde opération, n'a pas été tout-à-fait mis dans le plan des deux objets ; servez-vous, pour l'y amener parfaitement, des vis du pied *E*, *E*, *E*, elles acheveront d'élever ou de pencher l'instrument, suffisamment pour que les deux points remarquables qu'on aura choisi, sur les deux objets, dont on veut mesurer l'angle, se trouvent précisément au centre des lunettes.

Faites bien attention que chaque lunette de l'instrument peut être pointée sur un objet de deux manières fort différentes, soit en rendant la lunette mobile, & la faisant glisser sur le limbe immobile du cercle, par un grand mouvement de rotation sur le centre commun, ou par une vis de rappel qui opère le même mouvement, mais plus doux & plus insensible ; soit en rendant la lunette fixe, mais faisant

tourner le limbe qui l'entraîne avec lui. Ce mouvement de rotation du limbe peut s'exécuter de deux manières; on peut, premièrement, en lâchant la vis *P*, faire pivoter l'instrument sur son pied, & lui donner ce que nous appellons *le mouvement azimuthal*, c'est la première opération que nous avons faite; tout alors tourne en même temps dans l'instrument, excepté les trois branches du pied. On peut, secondement, par le moyen de la vis *G*, faire tourner le cercle & les lunettes sur le tambour *B*, & alors le pied, l'axe & les supports restent immobiles; cette seconde manière a l'avantage de faire tourner toujours ensemble le cercle, & les lunettes parallélement & dans le même plan du limbe; c'est aussi la seule manière de se servir de l'instrument dans la mesure d'un angle, où il doit, autant qu'il est possible, rester toujours dans le même plan; enfin, les vis du pied servent aussi quelquefois, lorsque les lunettes doivent rester fixes sur le limbe, à les amener sur l'objet.

Il ne faut point se contenter de prendre pour point de mire l'axe des objets, on sent bien que, lorsque l'un est beaucoup plus élevé que l'autre, les fils verticaux des lunettes ne peuvent concourir avec ces axes, il faut prendre un point fixe & déterminé sur chaque objet, tel qu'une boule, une flèche, une girouette, un signal, &c.; & c'est ce point, qui, dans chaque mesure, doit être toujours maintenu & ramené au centre de la lunette, c'est-à-dire, à la croisée des fils ou infiniment proche, & sous le fil vertical.

Cette opération, pour mettre le plan de l'instrument parfaitement dans celui des deux points de mire

que l'on a pris sur les objets dont on veut mesurer l'angle, demande du tâtonnement, mais l'usage & l'habitude apprennent à l'abréger. La correspondance des deux plans est essentielle, lorsque l'on vise à une grande exactitude; une fois obtenue, il faut la conserver. Si elle cessoit d'avoir lieu dans les divers mouvemens de rotation que l'on donnera à l'instrument, dans le cours de la mesure de l'angle, il faudra toujours, par le moyen des vis du pied *E*, *E*, *E*, ramener les mêmes points au centre des lunettes.

5.° L'instrument étant ainsi parfaitement établi, c'est-à-dire, son support & son pied étant fixes & inébranlables; son limbe & les lunettes, étant bien disposées dans le plan des deux objets; les vis *P*, *H*, & autres semblables, étant suffisamment serrées pour maintenir tout dans le même état, il faut encore, avant de se livrer à la mesure de l'angle, amener la lunette inférieure *F*, au dessous de la supérieure *L*, & les pointant sur le même objet, examiner, avec soin, si la distinction des objets est égale dans l'une & dans l'autre, s'il n'y a point de parallaxe dans les fils, c'est-à-dire, si en déplaçant l'œil à droite ou à gauche du centre de l'ouverture de l'oculaire, les objets resteront fixes sur le fil vertical; enfin, si le fil horizontal de l'une & de l'autre lunette répondent au même point de l'objet, ou à la même hauteur.

On obtient la plus parfaite distinction en enfonçant ou retirant l'oculaire; la parallaxe se détruit en avançant ou reculant les fils, quand l'objectif est fixé; dans le cas contraire, c'est l'objectif que l'on peut mouvoir. Il ne faut pas croire que dans les courses

& les transports qu'exigent les opérations géodésiques, un instrument puisse se conserver absolument dans l'état, où il aura été mis une fois. Un observateur scrupuleux doit donc, dans chaque station, examiner & vérifier l'état de son instrument avant d'en faire usage, rassurer les vis, corriger les mouvemens trop rudes ou trop lâches, mettre toutes les parties dans le meilleur état; le nouvel instrument demande d'autant plus ces précautions, que si, faute de quelqu'une, on fait une mauvaise opération, on a perdu un temps considérable lorsqu'il s'agit de recommencer.

Ces opérations & dispositions préliminaires étant achevées, il ne s'agit plus que de mesurer l'angle entre les deux objets.

MESURE DE L'ANGLE DOUBLE.

(71.) 1.° Amenez & fixez très-exactement la lunette supérieure *L*, sur le point zéro de la division, par le moyen de la petite vis de rappel *v*; & rendant le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe & les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette supérieure *L* soit dirigée sur celui des deux objets qui est à votre droite. Le mouvement lent de la vis *G*, servira à conduire le fil vertical sur le point de mire.

Pour rendre le cercle mobile sur son tambour, on peut se servir de la vis *G*, qui le fait tourner sur lui-même; mais comme ce mouvement est trop lent pour une grande révolution, il faut, au moyen du ressort *R*, désengrainer la vis *G*, & prenant tout sim-

plement le limbe avec la main, on le fait tourner ; autant qu'il est nécessaire, on rengraine ensuite la vis *G*, en abattant le ressort pour fixer l'instrument ; & s'il n'est pas parfaitement dans la position desirée, on l'y amène insensiblement par le moyen de la vis *G*.

2.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette inférieure *F*, & la faisant glisser sur le limbe, amenez-là sur l'objet à gauche, le mouvement lent de la petite vis de rappel *v*, servira à conduire le fil vertical sur le point de mire (*fig. 18*).

Pour rendre mobile les lunettes, il faut lâcher la petite vis de pression *p*, & leur donner à la main le grand mouvement ; on serre ensuite la même vis de pression ; & par le moyen de la vis de rappel *v*, on les ramène par un mouvement insensible sur le point juste, où on veut les fixer.

3.° Rendez le cercle mobile sur son tambour ; tournez le limbe & les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette inférieure *F* soit dirigée sur l'objet à droite (*fig. 19*), & par le mouvement lent de la vis *G*, ramenez le fil vertical sur le point de mire.

4.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette supérieure *L*, & la faisant glisser sur le limbe, amenez-là sur l'objet à gauche (*fig. 20*), & par le mouvement lent de la petite vis de rappel *v*, ramenez le fil vertical sur le point de mire.

Voilà le premier angle pris ; remarquez donc le degré, la minute & la fraction de minute que la ligne de foi de la lunette supérieure marque sur la

division du limbe, ce sera le double de l'angle des deux objets que vous avez observés.

Soit *D* (*fig. 18*) l'objet à droite, *G* l'objet à gauche; par les opérations 1.° & 2.°, la lunette *L* se trouvera pointée sur *D*, la lunette *F* sur *G*, & comme la lunette *L* a été fixée sur le zéro de la division; si l'angle, entre les deux objets, est de dix degrés, la lunette *F* répondra au dessous du dixième degré. Ensuite, par l'opération (3.°), le cercle seul tourne, les lunettes restent fixes sur le même point du limbe, & seulement la lunette *F* se trouvant entraînée, est mise dans la direction *D* (*fig. 19*); la lunette *L* se trouve en dehors de l'angle, faisant toujours le même angle de dix degrés, avec la lunette *F;* donc lorsque dans l'opération (4.°), on fait mouvoir la lunette *L*, pour la mettre dans la direction de *G*, il faut nécessairement que partant de zéro, elle décrive pour parvenir à *G* (*fig. 20*), un arc de 20 degrés, c'est-à-dire, double de l'angle des deux objets. L'inspection des figures rend cela suffisamment sensible.

MESURE DE L'ANGLE QUADRUPLE.

5.° Rendez le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe & les lunettes qui l'entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette supérieure *L*, soit dirigée sur l'objet à droite (*fig. 21*), & amenez le fil vertical sur le point de mire.

6.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette inférieure *F*, & la faisant glisser sur le limbe, amenez-là sur l'objet à gauche (*fig. 22*), & ramenez le fil vertical sur le point de mire.

7.° Rendez le cercle mobile sur son tambour, tournez le limbe & les lunettes qu'il entraîne avec lui, jusqu'à ce que la lunette inférieure *F*, soit dirigée sur l'objet à droite (*fig.* 23), & ramenez le fil vertical sur le point de mire.

8.° Le cercle restant bien fixe, rendez mobile la lunette supérieure *L*, & la laissant glisser sur le limbe, amenez-là sur l'objet à gauche (*fig.* 24), & ramenez le fil vertical sur le point de mire.

Voilà le second angle pris; remarquez donc le degré, la minute & la fraction de minute que la ligne de foi de la lunette supérieure, marque sur la division du limbe, ce sera le quadruple de l'angle des deux objets.

Par la précédente mesure, la lunette *L* se trouvoit fixée sur 20 degrés; dans l'opération (5.°), on l'a amenée sur l'objet *D* (*fig.* 21), ce qui a rejetté la lunette *F* en dehors de l'angle. De sorte que pour ramener cette lunette *F* sur l'objet *G*, dans l'opération (6.°), il a fallu mouvoir cette lunette de 20 degrés, elle étoit précédemment à 10 degrés, elle se trouvera donc répondre à 30 degrés (*fig.* 22); mais par l'opération (7.°), les lunettes restent fixent sur 20 & 30 degrés, le cercle seul tourne, & amenant la lunette *F* sur *D*, il rejète en dehors de l'angle, la lunette *L* (*fig.* 23); donc, lorsque dans l'opération (8.°), on fait mouvoir cette lunette *L*, pour la diriger sur le point *G*, il faut que partant de sa dernière position, ou de 20 degrés, elle décrive un angle double de l'angle des deux objets; elle se trouvera donc à 40 degrés (*fig.* 24), angle quadruple

de *GCD* que l'on a voulu mesurer, & ainsi des autres mesures. D'où l'on voit qu'à chaque mouvement particulier des lunettes, elles sont obligées de s'avancer toujours d'un arc double de l'angle à mesurer, parce que le mouvement de rotation du cercle les rejète alternativement hors de l'angle; de sorte que pour se rejoindre, se croiser & aller chercher l'autre objet le plus éloigné, elles parcourent deux fois la valeur de l'angle; donc 1.° la lunette *L* ou supérieure, parcourant ainsi successivement la circonférence du cercle, peut au bout de quelques mesures parcourir une, deux, trois fois, &c. la circonférence du cercle; c'est à quoi il faut prendre garde, & ajouter à chaque degré, sur lequel se trouve la lunette supérieure, autant de fois 360 degrés, que cette lunette a accompli de révolution entière du cercle; 2.° il doit toujours y avoir, d'une mesure à l'autre, une quantité constante pour différence, égale au double de l'angle cherché, c'est-à-dire, à la prémière mesure; il est bon en conséquence de calculer tout de suite, à chaque mesure, cette différence, pour reconnoître & avertir si l'on ne s'est point trompé.

MESURE DES ANGLES SEXTUPLES, OCTUPLES, &c.

(72.) Recommencez les opérations (5.°, 6.°, 7.°, 8.°); dans ces différens mouvemens de révolution des lunettes, pour les amener sur les objets, il est facile de se tromper en rendant la lunette mobile par elle-même, lorsque c'est le cercle qui doit tourner & l'entraîner avec lui; de l'attention & de l'habitude rendront ces erreurs fort rares : voici d'ailleurs quel-

ques préceptes sûrs que l'on peut retenir. Le mouvement du cercle & celui d'une lunette, sont alternatifs; le cercle & la lunette, ne doivent jamais être mobiles deux fois de suite.

Lorsqu'une des lunettes se trouve en dehors de l'angle, c'est à son tour à être mobile pour croiser l'autre lunette, & être ramenée sur l'objet le plus éloigné; & lorsque les deux lunettes se trouvent pointées sur les deux objets, c'est au tour du cercle à être mobile.

Enfin, l'angle n'est fermé, ou la mesure de l'angle n'est complet, que lorsque la lunette supérieure se trouve pointée sur l'objet à gauche.

De la précision des mesures prises avec le cercle répétiteur.

(73.) Ce que nous venons de dire précédemment sur la description & l'usage du cercle répétiteur, doit avoir déjà fait juger de la précision que l'on peut obtenir de la part de cet instrument. En effet, il est facile de voir que, comme la mesure de l'angle se fait & se répète successivement sur différens points du limbe, & comme la dernière mesure se subdivise toujours par le nombre de toutes les mesures antécédentes; les erreurs de la division diminuent d'autant plus, que l'on multiplie les observations, de sorte qu'il ne tient, pour ainsi dire, qu'à la patience de l'observateur, que ces erreurs ne soient à la fin presque totalement détruites. En effet, si l'on a reconnu que la plus forte erreur de la division, dans l'instrument dont on se sert, monte à 10 secondes,

prenez toujours dix mesures doubles de chaque angle; alors, s'il arrive de tomber définitivement sur un des points le plus en erreur, comme à la dernière mesure, on subdivisera par 20, l'erreur sera réduite à une seconde, & elle eût été zéro sur les autres points.

Un habile artiste, ingénieur en instrument de mathématiques, tel que le C.^en Lenoir, peut répondre de ne pas faire une erreur plus forte que 10 ou 15 secondes, sur la division d'un cercle de six pouces de rayon.

Il est donc très-certain que s'il n'y avoit d'autres sources d'erreurs que celle de la division, on pourroit toujours se flatter d'obtenir la mesure des angles à la seconde même. Mais il faut l'avouer, d'autres causes & d'autres circonstances, qui ne se rencontrent que trop souvent dans la pratique, ne permettent point de garantir une pareille précision, qui pourra bien s'obtenir dans quelques angles, mais qui n'aura pas également lieu dans une longue suite d'opérations.

Il faut d'abord considérer que sur un cercle de six pouces de rayon, dont le nonius ne donne que trente secondes; l'observateur le plus exercé, ne peut juger par estime qu'à sept ou huit secondes près, & ne répondra non plus qu'à quatre secondes environ de la coïncidence du nonius avec le zéro de la division, au point de départ. L'on ne craint donc pas de porter à dix secondes l'erreur possible, appartenant à ces deux estimes. On sait ensuite que les objets ne se trouvent pas toujours à la même distance de l'obser-

vateur, qu'en conséquence les fils du champ de la lunette se trouvent tantôt plus petits, tantôt plus gros que les objets sur lesquels on les pointe ; & dans ce dernier cas, il les couvre entièrement, & l'on ne peut plus répondre de la parfaite coïncidence du centre de l'objet & du centre du fil. De plus, les praticiens connoissent les variations d'aspect qu'éprouvent fréquemment les objets plus gros ou plus petits, plus ou moins distincts, selon qu'ils sont plus ou moins éclairés du soleil, ou se détachent sur ses teintes plus ou moins favorables.

L'instrument est d'autant plus exposé aux erreurs de ces variations, qu'il faut près d'une heure à l'observateur le plus exercé, pour mesurer un seul angle, un nombre de fois suffisant ; & pendant une heure, un observateur, en rase campagne ou sur le sommet d'un clocher, éprouve bien des variations de circonstances plus ou moins défavorables, & qui doivent entrer en ligne de compte dans le chapitre des erreurs possibles à commettre. C'est, sans doute, être modéré de ne porter qu'à cinq secondes, les erreurs qui peuvent résulter de ces inconvéniens dans le mirage des objets, & par conséquent sur la mesure de l'angle. Si l'objet est éloigné & dans l'horizon, la lumière du soleil est plus nuisible que favorable, parce que l'objet éclairé se détache moins bien sur le ciel, que lorsqu'il est dans l'ombre.

Le maniement du cercle demande beaucoup d'attention & de douceur dans les mouvemens, pour ne point se troubler dans les mesures, & ne pas fatiguer l'instrument.

L'on

L'on voit donc qu'il est très-possible de commettre dans la mesure d'un angle, une erreur de 15 secondes, par-delà celle qui peut appartenir à la division; supposons celle-ci pareillement de 15 secondes, la somme des erreurs, en les supposant dans le même sens, montera donc à 30 secondes, & dans ce cas, ce ne sera qu'à la quinzième mesure de l'angle double que cette erreur se trouvera anéantie par la subdivision. Il est sans doute inutile de pousser si loin les mesures, premièrement, parce que cela demande un temps si considérable, que l'observateur le plus courageux, en seroit rebuté & très-fatigué; d'ailleurs les circonstances de temps & de lieu le permettroient rarement. Secondement, parce qu'il n'est guère à présumer que toutes les erreurs s'accordent à avoir lieu dans le même sens, & que cela arrive précisément à la dernière mesure où l'on s'arrête, qui est celle dont le résultat est préférable aux autres, à cause de la subdivision qui atténue d'avantage les erreurs. Mais l'expérience a montré, que passé la sixième mesure d'angle double, les résultats ne différoient plus entr'eux que d'une ou deux secondes, & que lorsque les circonstances n'étoient point défavorables, il étoit à-peu-près inutile de pousser au-delà du dixième angle double, qui ne pouvoit manquer d'être à une seconde près le véritable; précision certainement plus que suffisante pour les opérations, & le but auquel ces mesures sont employées. On peut même remarquer qu'entre les angles conclus de chaque mesure, après la subdivision, il n'y a jamais plus de 10 secondes de différence entre les plus éloignés; que si l'on se fut

contenté de l'angle quadruple, on n'eût jamais été plus loin de l'angle vrai que de 6 secondes, & le plus souvent à 3 secondes près.

Il nous reste à faire ici une remarque essentielle : il seroit possible, & cela peut arriver souvent, que le nouveau cercle eût donné la mesure parfaite des trois angles d'un triangle, & qu'en les assemblant, il se trouvât une erreur en plus ou en moins sur deux angles droits ; erreur qui n'appartiendroit nullement à l'instrument, ni même à l'observateur, mais à la réduction qu'on est presque toujours obligé de faire au centre de la station. Or, il n'est pas toujours fort facile d'avoir la mesure assez précise de la distance à ce centre & de la direction, où a été faite la mesure directe de l'angle, pour ne pas commettre dans la réduction une erreur d'une seconde & au-delà.

Les premiers cercles répétiteurs sont ceux qui ont servi à la mesure de l'arc terrestre, par les C.ens Delambre & Mechain ; ils ont seize pouces de diamètre, sont divisés en 400 degrés, & le degré en dix parties ; le dernier donne des centièmes de degré.

Depuis plusieurs années, le C.en Lenoir a varié les constructions, & a rendu cet instrument applicable à tous les genres d'observations astronomiques ; il en a construit depuis vingt pouces de diamètre, & en décroissant jusqu'à dix pouces.

Il en a construit d'autres pour les opérations géodésiques, depuis neuf pouces jusqu'à quatre pouces ; avec un instrument de neuf pouces, on peut observer des distances de plus de 6000 mètres, & après quatre observations, un observateur exercé doit être

assuré de ne pas commettre d'erreur au-dessus de 5 secondes.

Avec un instrument de quatre pouces, on peut observer des distances de 2000 à 2400 mètres, sans craindre l'erreur d'une minute.

Le C.^en Lenoir travaillant journellement à la perfection des instrumens de physique & d'astronomie, s'est appliqué particulièrement aux cercles répétiteurs, dont les constructions deviennent de plus en plus simples.

CHAPITRE IV.

DESCRIPTION & usage de l'Octant ou *Quartier de réfléxion.*

(74.) L'OCTANT est un instrument, dont on se sert en mer pour observer les hauteurs & les distances des astres, en regardant un des astres directement & l'autre par la réfléxion de deux miroirs, en sorte qu'on voit les deux astres se toucher. La découverte de cet instrument est dûe à Hadley.

L'Instrument de Hadley est composé d'un demi-quart-de-cercle *DF* (*fig.* 25) qui porte un limbe ou arc de 45 degrés, divisé en quatre-vingt-dix parties ou demi-degrés, dont chacun répond à un degré entier dans l'observation; il y a une alidade *MN* mobile sur le centre pour marquer les divisions. Près du centre de cette alidade est un miroir plan *I*, perpendiculaire au plan de l'instrument placé dans la direction de l'alidade, ou bien faisant avec la ligne du milieu

de l'alidade, un angle de 4 à 5 degrés. *H* est un autre miroir plan, plus petit, arrêté sur l'*octant* parallélèment au rayon *MF* pour recevoir l'image réfléchie par le grand miroir *I*. C'est dans ce petit miroir que regarde l'observateur; quand l'alidade est au commencement de la division, c'est-à-dire, vers *F*, la surface du petit miroir *H* doit être exactement parallèle à celle du premier, la glace du petit miroir est vis-à-vis de l'observateur, & celle du grand miroir dans le sens contraire. La lunette *LO* est sur un des côtés de l'*octant*, il faut que son axe soit perpendiculaire à ce côté, & en même temps qu'il soit en face du milieu du miroir *H;* il n'y a que la moitié de l'objectif qui reçoit les rayons réfléchis par ce dernier miroir, parce que l'autre moitié sert à laisser passer les rayons qui viennent de l'objet qu'on voit directement. Dans la disposition des deux miroirs, il est nécessaire qu'un rayon de lumière, venant d'un point voisin du milieu du grand miroir, tombe au milieu du second, sous un angle de 70 degrés ou environ; que de-là il soit réfléchi parallélement à l'axe de la lunette, & que les rayons qui viennent de l'objet, par le côté transparent, passent avec une entière liberté: on place devant le miroir un verre noirci, encadré dans un chassis tournant sur une charnière; on le met devant le grand miroir *I*, quand la lumière du soleil ou de la lune est trop vive; il peut y avoir plusieurs de ces verres pour les temps où le soleil est plus vif. Si les deux objets sont éloignés de plus de 90 degrés, on retourne l'œil de la lunette, comme on le voit en *O'*; on se sert d'un autre petit miroir

H', perpendiculaire au petit miroir H, les rayons de l'objet sont réfléchis par le grand miroir I; de celui-ci ils vont au petit miroir H' & du miroir à la lunette O': c'est ce qu'on appelle *observer par derrière*. Si c'est le soleil, dont on observe la hauteur, on regarde dans la lunette la partie de l'horizon qui est opposée au soleil, & l'on tourne le dos au soleil.

Pour bien faire comprendre l'effet des deux réflexions, supposons le soleil S (*fig.* 26) élevé de 20 degrés; l'alidade étant éloigné du commencement de la division de 10 degrés, ainsi que le miroir $B\,D$ qui est fixé sur l'alidade, le rayon SL tombera sur le miroir sous un angle de 10 degrés; car si le miroir étoit vertical, le rayon qui est élevé de 20 degrés feroit, avec le miroir, un angle de 70 degrés; mais le miroir est incliné de 10 degrés, sur la droite; donc l'angle SLB est de 80 degrés; le rayon se réfléchira sous un angle égal, c'est-à-dire, que l'angle DLI sera aussi de 80 degrés, l'angle ZLI de 100 degrés; donc LI sera parallèle à l'horizon, le rayon réfléchi rencontre en I le petit miroir qui est parallèle au côté de l'instrument, par conséquent perpendiculaire à l'horizon, & sera réfléchi horizontalement vers l'œil O; donc le soleil paroîtra toucher l'horizon, quoiqu'élevé de 20 degrés.

Comme les deux miroirs s'embarrasseroient réciproquement, on les incline de quelques degrés; par exemple, de 5 degrés, alors l'angle SLB est de 85 degrés, de même que l'angle DLI; & comme le miroir fait avec la verticale un angle de 15 degrés, le rayon LI est incliné de 100 degrés ou de 80 degrés, il tombe sur le miroir I, sous un angle de 80 degrés;

il en est réfléchi sous le même angle, mais le miroir *I* étant incliné de 10 degrés, le rayon réfléchi se trouve incliné de 90 degrés; c'est-à-dire, parallèle à l'horizon, & l'œil placé en *O*, voit l'horizon & le soleil sur la même ligne.

Pour observer par derrière, l'on se sert d'un miroir qui est à l'angle droit du miroir *I*. Soit *O* (*fig.* 27) l'œil de l'observateur qui regarde l'horizon *H* opposé au soleil, *SL* le rayon incident du soleil qui est supposé élevé de 20 degrés; l'angle *SLZ* étant de 70 degrés, le miroir *BD* étant écarté de 10 degrés du commencement de la division de l'instrument ou de la verticale, l'angle d'incidence *SLB* est de 80 degrés, de même que l'angle de réfléxion *DLI*, ainsi le rayon réfléchi *LI* est incliné sur la verticale *ZL* de 90 degrés, ou parallèle à l'horizon; s'il pouvoit tomber sur un miroir *I*, qui est horizontal, il se réfléchiroit en *O* encore horizontal; sa direction aura donc changé de 20 degrés, & l'œil *O* verroit aussi le soleil à l'horizon.

Mais, comme dans la pratique, on ne peut pas voir un objet horizontal dans un miroir placé horizontalement, supposons qu'on ait donné aux deux miroirs, dans le principe, une inclinaison de 5 degrés; alors l'angle *SLB* sera de 85 degrés, de même que l'angle *DLI* formé par le rayon réfléchi du grand miroir; ainsi le rayon *LI* fera, avec la verticale, un angle de 100 degrés en haut, ou 10 degrés avec l'horizon; il tombera sur le miroir *I*, incliné de 5 degrés sous un angle de 5 degrés; il sera réfléchi sous un pareil angle de 5 degrés, ainsi son inclinaison changera de 10 degrés, & il deviendra parallèle à l'horizon. On voit par-là

pourquoi un arc de 45 degrés suffit pour observer des arcs de 90 degrés; un rayon réfléchi se détourne du double de l'angle qu'il fait avec le miroir réfléchissant; s'il tombe sur un miroir, sous un angle de 10 degrés, son inclinaison change de 20 degrés; ainsi il suffit de changer le miroir & l'alidade de 10 degrés, pour amener à l'horizon le soleil, quoique élevé de 20 degrés; & il suffit de le changer de 45 degrés, pour 90 degrés de hauteur.

On doit donc diviser le limbe avec un soin extrême, parce que les réfléxions doublent toutes les erreurs commises dans la division. L'alidade doit avoir un mouvement assuré sur le centre de l'instrument, & il est nécessaire que son axe soit toujours perpendiculaire au plan de l'*octant;* car, pour peu qu'il vienne à changer, il fera changer aussi l'inclinaison du grand miroir que porte l'alidade, par rapport au petit miroir qui est sur le limbe; il faut encore que le mouvement de cette pièce soit facile, & l'on doit la faire la plus large qu'il est possible dans la partie voisine du centre. Les surfaces des miroirs doivent être parfaitement planes; car la moindre courbure dans l'un de ces deux miroirs, non-seulement rendroit l'objet confus, mais en feroit encore varier la position, parce que l'objet seroit diversement réfléchi par différentes parties des miroirs. Il est nécessaire que les miroirs soient de métal ou de glace, & que leurs surfaces soient les plus parallèles qu'il est possible: on peut cependant leur passer une petite déviation, pourvu que leurs bords, tant le plus épais que le plus mince (& par conséquent la section commune de leurs surfaces)

soient parallèles au plan de l'instrument; car, en ce cas, quoique l'objet soit plusieurs fois répété, les répétitions se font toujours fort près l'une de l'autre, & il y en a toujours quelqu'une que l'on peut prendre, à moins que l'on observe un angle fort petit. Le plus grand embarras sera pour lors d'observer une petite étoile, parce que la lumière se partagera aux différentes images. Pour s'assurer du parallélisme, on mesurera la distance de deux objets, le miroir étant retourné de haut en bas dans sa monture, la moitié de la différence sera l'angle des deux surfaces. M. Borda a calculé une table de l'erreur qui en résulte sur les angles.

En montant la lunette, il faut avoir l'attention que l'on en puisse changer facilement la situation, pour que les rayons réfléchis tombent sur une étendue plus ou moins grande de l'objectif, suivant que les objets sont plus ou moins éclairés. Une partie de la glace du petit miroir doit être transparente, afin que si l'un des objets est suffisamment lumineux, & que l'autre ne le soit pas assez, l'on puisse voir au travers l'objet dont la clarté est la plus foible; si le petit miroir à une partie de polie par derrière, & une partie polie & étamée, on se sert de celle-ci pour les étoiles, & de la première pour le soleil & la lune, qui ont beaucoup de lumière. Sans cela, si l'on prend pour l'un des objets, le soleil, ou que l'on compare la lune à une petite étoile fixe, on est obligé de diminuer la vivacité de leurs images réfléchies par l'interposition d'un ou de plusieurs verres obscurs.

Il n'est pas nécessaire d'assurer parfaitement la

lunette, il suffit que les miroirs soient bien disposés par rapport au secteur & à l'alidade, pour que l'observateur voie parfaitement le second miroir, & se serve avec avantage de l'instrument.

Il est facile de juger que cet *octant* n'a point besoin d'un piédestal ou support solide; car, quoique l'agitation de l'instrument puisse faire vaciller les images des objets, leurs mouvemens apparens relatifs se feront toujours à peu-près dans des lignes parallèles, & il ne sera pas difficile de déterminer si les objets se couvrent ou s'ils s'éloignent. Quand les objets ne sont pas éloignés, & que la lunette ne les grossit que quatre ou cinq fois, on peut tenir l'instrument à la main, sans son pied. C'est de cette manière que l'on est en état de prendre sur mer, lorsqu'il n'y a pas de mauvais temps, la hauteur du soleil, de la lune & des étoiles les plus brillantes, & leurs distances.

Pour s'assurer que le grand miroir est perpendiculaire au plan de l'instrument, on place sur le limbe deux pièces de cuivre qui soient de même hauteur, on regarde l'une directement, & l'autre par la réfléxion du grand miroir. Si les surfaces supérieurs sont dans la même ligne droite, on est sûr que le miroir est perpendiculaire au plan, si non il faut le changer, par le moyen d'une vis de la base, ou d'une vis de derrière.

On peut aussi le placer sur une base ou platine qui puisse tourner par le moyen d'une vis, & par ce moyen le vérifier sur toutes les positions.

Pour rendre le petit miroir perpendiculaire au plan, on fait coïncider les deux images d'une étoile,

en tenant l'instrument vertical, & ensuite horizontal; car elles ne peuvent coïncider dans les deux sens, à moins que le petit miroir ne soit aussi perpendiculaire au plan de l'instrument.

Le petit miroir postérieur est plus difficile à ajuster; M. Dollond en vient à bout, par le moyen d'un bras qu'il y applique, & cette invention a été jugée digne, en Angleterre, d'un privilége exclusif.

M. Magellan dispose les petits miroirs de façon qu'ils puissent tourner sur un axe commun, & il détermine l'angle qu'ils font, par le moyen des divisions de l'instrument. On trouvera dans son Livre, un grand nombre de moyens relatifs à la construction & à l'usage de cet instrument. Il y a aussi de très-grands détails sur le même instrument, dans *le Guide du Navigateur*, par le C.^en Lévêque.

La lunette est une partie essentielle de ces instrumens, sur-tout lorsqu'on veut la faire servir à d'autres observations qu'à celles du soleil, comme à la lune & aux étoiles; on s'en dispense trop souvent dans l'usage de la marine, sur-tout en Angleterre, où l'on voit par-tout des *octans* à pinnules, avec lesquels on ne sauroit mesurer les distances à une minute près.

Suivant de la Caille, il faut que la lunette d'un *octant* soit construite comme une grosse lorgnette d'opéra; c'est-à-dire, avec un objectif de dix pouces de foyer, & un oculaire concave ou plan concave de trois pouces & demi, ou quatre pouces de foyer. L'ouverture de l'objectif doit être de vingt-quatre à vingt-huit lignes de diamètre, celle de l'oculaire de

deux à trois lignes au plus ; le tuyau peut être de cuivre ou de bois, couvert de chagrin ou de roussette; l'oculaire doit être placé dans un tuyau mobile, tenant à frottement un peu rude, afin que l'observateur puisse l'allonger au point qui convient à sa vue, & qu'il ne s'enfonce pas en choquant contre le visage. Il faut de plus que l'objectif soit bien centré, selon l'axe de la lunette ; le tuyau doit être arrêté sur l'instrument, de sorte que son axe soit parallèle au plan de l'instrument, & qu'il passe par le milieu de la ligne qui sépare dans le petit miroir *I*, la partie étamée de la partie transparente, ou par le milieu de la fente de ce ce miroir, s'il en a une.

Pour s'assurer que la lunette est parallèle au plan de l'instrument, on mesure la distance de deux objets éloignés de 90 degrés ou plus ; s'ils sont toujours en contact dans la partie inférieure de la lunette, & dans sa partie supérieure, ou la plus éloignée du plan, c'est une preuve que la lunette est parallèle au plan ; sans quoi ils paroîtront anticiper l'un sur l'autre dans un endroit, quand ils seront en contact dans l'autre ; car alors on mesure deux distances qui sont dans des plans différens.

Pour s'assurer que la lunette est perpendiculaire à la ligne du commencement de la division, l'on regarde les deux images d'un même objet, l'une directe & l'autre réfléchie ; on les fait coïncider, en faisant mouvoir l'alidade, & si elle ne marque pas zéro de degrés & de minutes, la différence est l'erreur de la lunette, qu'il suffit de connoître pour en tenir compte dans la mesure des distances & des hauteurs.

Pour observer la hauteur d'un astre avec l'*octant*, on dirige la lunette à l'horizon, & en inclinant le miroir mobile, on rend horizontal le rayon de l'astre par une double réfléxion; l'observation se fait d'autant plus aisément, qu'il suffit de faire concourir le centre ou le bord de l'astre avec l'horizon, sans qu'il importe qu'on voie ces deux objets par un point un peu plus haut ou un peu plus bas de la glace, ni par conséquent qu'on soit obligé, comme dans l'usage des autres instrumens, de faire concourir l'horizon & l'image du soleil dans un point précis marqué sur l'instrument, ce que le mouvement du vaisseau rendoit impossible autrefois; il suffit ici de s'assurer que l'*octant* est sensiblement vertical pendant l'observation; pour cela, en regardant toujours l'image du soleil sur l'horizon, on fait balancer légèrement le plan, en l'inclinant un peu de droite à gauche, & de gauche à droite; alors, si le soleil reste sensiblement à la même hauteur, son image vue dans le petit miroir, paroît décrire un arc de cercle, dont le point du ciel, où est le soleil, est le centre: cet arc doit toucher l'horizon dans le point où le vertical le coupe; ainsi à égales distances de part & d'autre de ce point, l'image du soleil doit paroître également éloignée de l'horizon; & dans ce point seul, elle doit concourir exactement avec l'horizon; on peut choisir le point du soleil, dont on veut avoir la hauteur, la plupart des marins se servent du bord inférieur de l'image du soleil, au lieu du centre, ce qui est beaucoup plus exact. Pour observer la distance des deux astres, on met le plan de l'instrument dans le plan des deux

astres; on regarde l'un directement par l'ouverture du miroir fixe, & l'on amène l'autre dans la même direction, en inclinant l'alidade & le miroir mobile. Avec un *octant* bien fait de vingt pouces de rayon, on peut avoir la hauteur du soleil ou sa distance à la lune, à une minute près, &, mieux encore, ce qui suffit pour trouver la longitude en mer, à un demi-degré près.

Depuis 1731, on a tenté divers changemens pour le quartier de réfléxion; Caleb Smith en proposa un, où, au lieu de voir l'horizon directement & l'image de l'astre par une double réfléxion, on voit l'un & l'autre par une réfléxion simple : on en trouvera la description dans les *Mémoires de mathématique & de physique*, rédigés à l'observatoire de Marseille, *année 1755, première partie;* cet instrument étoit encore une découverte nouvelle : l'observation par derrière y est beaucoup moins difficile qu'avec l'*octant* de Hadley; on ne change point de miroir, on rectifie l'instrument de la même manière que pour observer par devant.

On commence depuis peu à employer un cercle entier à la place d'un *octant*, pour prendre les distances en mer, les vérifications sont plus faciles & les erreurs de la division & du parallélisme se corrigent plus exactement : on prend la somme de plusieurs distances, au lieu d'une seule, & les erreurs de la division se compensent; les plus habiles artistes en ont reconnu les avantages, même pour les observations astronomiques, sur les instrumens ordinaires; on en trouvera la description dans le chapitre suivant, telle qu'elle a été donnée par Borda.

USAGE de l'Octant pour lever la Carte d'un pays (*).

(75.) L'Octant peut être utile pour mesurer les angles compris entre les objets éloignés, situés sur l'horizon. En effet, on distingue facilement, même à la vue simple, des objets obscurs devant un ciel brillant, ou des objets brillans devant un ciel obscur, & on peut très-bien s'assurer de leur coincidence dans l'octant; mais les objets plus bas que l'horizon peuvent difficilement s'appercevoir entièrement avec l'octant, sur-tout s'ils sont petits ou éloignés. Les objets vus directement perdent beaucoup de leur lumière, étant vus à travers la partie transparente du miroir horizontal, ainsi il vaudra mieux que cette partie fut totalement retranchée.

Il convient de prendre la distance de chaque objet à deux ou trois des autres, & mutuellement les distances de ces derniers. Si l'on désigne par *A*, *B*, *C*, *D*, &c. les objets, on prendra la distance de *A* à *B* & à *C*, ensuite celles de *B* à *C* & à *D*, &c., & les observations se vérifieront l'une l'autre, non que la somme des distances de différens objets intermédiaires soit toujours égale à la distance des deux extrêmes, ou que la somme des angles observés autour de l'horizon fasse toujours 360 degrés; on ne doit pas attendre une si grande précision dans les observations, à moins que les objets ne soient tous situés dans un même plan. Néanmoins la méthode que l'on prescrit est une bonne vérification pour prévenir de grosses

(*) Extrait du Guide du Navigateur, par le C.en Lévêque.

erreurs, principalement les méprises qu'on pourroit faire en comptant les angles sur le limbe. Ces distances n'ont besoin d'aucune autre correction que celle de l'erreur de rectification. Si l'on vouloit en outre mesurer l'élévation ou l'abaissement de chaque objet au-dessus du plan de l'horizon, on pourroit corriger chaque observation, afin de réduire les angles au plan de l'horizon; mais cela augmenteroit considérablement le travail, & cette correction pour les objets éloignés est si petite qu'on peut très-bien l'omettre.

Quoique l'octant ne donne pas les angles entre les objets éloignés avec toute l'exactitude qu'exigent les observateurs; néanmoins il peut servir à relever les plans ordinaires, avec une exactitude suffisante, & avec une grande promptitude. Si l'on avoit besoin de faire une opération plus exacte, on pourroit d'abord se servir de l'octant pour faire le premier plan, afin de juger où l'on devroit fixer les principales stations. On prendra cinq ou six de ces stations dans tout relèvement qu'on veut faire avec exactitude; elles doivent être tellement choisies, que chacune soit visible de toutes les autres, & telles qu'on puisse commander toutes les parties du terrain, au moins de deux d'elles; puis on déterminera les plans de ces stations principales, avec un instrument plus étendu, garni de lunettes au lieu de simples pinnules. L'octant servira alors à placer sur le plan, les villages & autres lieux d'une moindre importance, qui se trouveront proches de quelqu'une des stations principales.

Il est souvent utile dans le relèvement des cartes, de conduire une ligne droite à travers tout le pays.

Pour faire cette opération, on déterminera l'endroit où une ligne tirée d'un point donné de l'horizon par l'œil de l'observateur, rencontrera de nouveau l'horizon de l'autre côté; ceci consiste seulement à bien former un angle de 180 degrés d'un objet donné. Pour cela, on mettra l'alidade sur 180 degrés, & en appliquant l'œil à la pinnule postérieure, on dirigera la vue à l'objet proposé. On remarquera quel est le point de l'horizon, qui, vu par réfléxion, coïncide avec cet objet vu directement, & ce point sera celui ou la ligne coupera de nouveau l'horizon. Autrement on pourra diriger la vue à la partie de l'horizon, qui est à peu-près opposé à l'objet donné, & observer quel est le point de l'horizon, qui, vu directement, coïncide avec l'objet que l'on voit alors par réfléxion. On doit préférer l'une ou l'autre de ces méthodes, selon que c'est l'objet ou la partie de l'horizon qui lui est opposée, qui est le plus brillant. Par ce moyen, on peut tracer une ligne méridienne traversant tout un pays.

Il est aussi utile pour un observateur de connoître quand il est dans la ligne qui joint deux objets éloignés. Dans le relèvement des cartes, il est souvent difficile de reconnoître un objet très-éloigné, principalement si on ne fait que le découvrir au-dessus de quelque éminence intermédiaire. Le moyen le plus certain, pour s'assurer d'un lieu qu'on voit ainsi, est de se transporter sur l'éminence intermédiaire, afin que l'on puisse voir cet objet à une distance beaucoup moins considérable; mais il faut le voir en ligne directe : car à moins qu'on ne regarde dans la même

direction

direction qu'auparavant l'aspect sera tellement changé qu'on ne pourra pas souvent le reconnoître. Il est donc très-important d'avoir une méthode pour connoître quand on est exactement dans cette ligne; lors donc qu'on approchera de ce point intermédiaire, on mettra l'alidade à 180 degrés, comme ci-dessus; on dirigera la vue sur quelques objets que l'on peut supposer être celui que l'on cherche, & on observera s'il coïncide alors avec la première station, vue par réfléxion; sinon on changera de plan, jusqu'à ce qu'il le fasse, & alors on sera dans la ligne qui joint la première station & l'objet; ou bien on pourra diriger la vue sur la première station, & on observera l'objet éloigné, par réfléxion, selon que l'on distinguera plus aisément l'un ou l'autre.

USAGE de l'Octant dans le relèvement des plans d'une étendue médiocre.

(76.) On fait ces relèvemens quelquefois en mesurant les angles, & quelquefois en mesurant seulement les distances. Les meilleurs opérateurs emploient les deux méthodes, afin qu'elles se servent mutuellement de preuve; on prendra ces angles avec plus de promptitude & moins de peine, avec un octant qu'avec un graphomètre, ou d'autres instrumens communément employés, & qui exigent de la stabilité; mais alors ces angles seront mesurés dans les différens plans sur lesquels les objets seront situés, & non réduits au même plan horizontal, comme lorsqu'on se sert du graphomètre ou de la planchette, dont les visières sont à bascule, & qui sont ordinairement garni d'un

niveau. Si le terrain est très-montueux, & par conséquent très-peu de niveau, ceci pourroit produire des erreurs dans le plan du terrain, & aussi dans le toisé que l'on feroit d'après ce plan. Dans ce cas, on peut mesurer les différentes élévations & les différens abaissemens, & réduire les angles observés à ceux qu'on auroit mesurés dans le plan horizontal, mais cela ne peut se faire qu'en augmentant considérablement le travail.

Outre les corrections, dont nous venons de parler, il faut encore en faire nécessairement un autre si les objets sont très-proches; car l'octant marque sur le limbe l'angle qu'un rayon tiré de l'objet réfléchi au centre du grand miroir, fait avec un rayon tiré de l'autre objet au centre du miroir horizontal, ou, ce qui revient au même, à la pinnule. L'œil étant toujours placé à la pinnule, il s'ensuit que, lorsque la première de ces lignes coupe l'autre précisément au trou oculaire, l'octant marque alors l'angle exact, que les objets soutendent à l'égard de l'œil ainsi placé, l'instrument étant supprimé. Si l'intersection de ces lignes tombe ailleurs, il y aura une différence entre l'angle indiqué sur le limbe, & celui que les objets soutendent par rapport à l'œil. Cette différence est rarement digne d'être remarquée.

En ajustant le miroir horizontal antérieur, si, au lieu d'employer un objet éloigné, on l'ajuste sur l'objet que l'on doit voir directement, l'octant désignera alors sur son limbe, l'angle exact que les objets soutendent au centre du grand miroir, soit qu'ils soient proches, soit qu'ils soient éloignés: celui-ci n'est pas,

à la vérité, l'angle que les objets soutendent par rapport à l'œil placé à la pinnule; mais il est quelquefois utile de déterminer celui qu'ils soutendent au centre du grand miroir; ou bien, si l'on ne veut pas altérer la rectification déjà faite par un objet éloigné, on cherchera l'erreur de rectification, en employant seulement pour cet effet l'objet que l'on doit avoir directement, au lieu d'un objet éloigné. L'erreur de rectification, ainsi déterminée, doit s'ajouter ou se soustraire de l'angle désigné sur le limbe.

En supposant le miroir horizontal rectifié sur un objet éloigné, la différence entre l'angle désigné sur le limbe & l'angle que les objets soutendent au centre du grand miroir, provient entièrement de l'éloignement de l'objet vu directement. Au contraire, la différence entre le premier angle & celui que les objets soutendent par rapport à l'œil placé à la pinnule, dépend entièrement de la place de l'objet vu par réfléxion; c'est-à-dire, qu'elle dépend de son éloignement & de l'angle désigné sur le limbe, & nullement de la distance de l'objet vu directement.

Lorsqu'on relève un plan par des mesures immédiates seulement, sans mesurer d'angles, il est d'usage de conduire une ligne droite à travers le terrain, & le plus près possible de toutes les clôtures ou limites; ensuite on abaisse des perpendiculaires sur cette ligne de chacune des sinuosités de la clôture. Cette ligne s'appelle *ligne de station*, & chacune de ses extrêmités, auxquelles on plante des jallons, s'appelle *station;* ces perpendiculaires s'appellent *ordonnées;* on les mesure avec un mètre ou une chaîne. Les distances

des différens points, où la perpendiculaire coupe la ligne de station, & comptés depuis la première station, doivent aussi se mesurer avec la chaîne. Ainsi ayant tiré sur le papier une ligne pour représenter celle de station, on place dessus toutes les perpendiculaires ou ordonnées avec l'échelle du plan; alors, en joignant les extrêmités de ces perpendiculaires, on aura un plan parfait des limites du terrain; on peut relever par cette méthode le plan d'une terre considérable.

Dans ces dernières opérati ons, il est utile de tracer une ligne à travers la portion de terrain, dont on veut avoir le plan, & par son milieu; & même d'en mener une autre perpendiculaire à celle-ci. Alors menant sur ces lignes des perpendiculaires de tous les points remarquables, principalement de ceux qui limitent le terrain, on aura une figure exacte de tout le terrain. Car, quoiqu'on puisse relever les différens enclos séparément avec assez d'exactitude, néanmoins si l'on commet de petites erreurs dans la forme de chacun, lorsqu'on aura rassemblé le tout, les erreurs seront alors accumulées, & le plan n'aura point de ressemblance.

Ayant besoin d'un aussi grand nombre de perpendiculaires, il est nécessaire d'avoir une méthode aisée pour les tracer. Aucun instrument ne peut être plus expéditif que l'octant; on ajustera l'instrument, & on fixera l'alidade sur 90 degrés; l'opérateur marchera le long de la ligne de station avec l'octant en main, en dirigeant toujours la vue sur le jallon le plus éloigné, tandis que son aide marche le long des

limites du terrain. Alors si l'opérateur veut élever une perpendiculaire d'un point donné de la ligne de station, il s'arrêtera à ce point, & attendra jusqu'à ce qu'il voye son aide par réfléxion dans l'octant; celui-ci sera alors au point du contour par où doit passer cette perpendiculaire. Si au contraire l'opérateur veut abaisser une perpendiculaire d'un point donné sur le contour du terrain, alors l'aide n'a qu'à s'arrêter sur ce point, & l'opérateur marcher sur la ligne de station, jusqu'à ce qu'il voie son aide par réfléxion dans l'octant, & il sera alors au point où doit tomber la perpendiculaire abaissée du point proposé.

Si l'on a besoin de déterminer ces points avec une grande précision, on tirera sur le plan de l'octant, une ligne de la pinnule au milieu du miroir horizontal. Du centre du grand miroir, on abaissera sur cette ligne une perpendiculaire; on marquera leur intersection, & on percera un petit trou dans ce point, & qui traverse le plan de l'instrument; ainsi disposé sur la ligne de station, on suspendra, par ce trou, un fil à plomb centré, en portant l'instrument sur la ligne de station, le plomb déterminera la place de l'ordonnée à un quart de pouce près. L'octant, dans ce cas, devra être placé sur un support. Si d'un point donné sur la ligne de station, on veut élever une ordonnée, on placera un jallon dans ce point. On posera le trou de l'octant sur la pointe du jallon; alors, en dirigeant la vue sur la ligne de station, on verra par réfléxion le point de la ligne limitrophe où l'ordonnée doit passer.

Ces ordonnées sont tirées, comme nous l'avons dit,

à angles droits sur la ligne de station ; mais dans quelques cas, il peut être nécessaire de tracer une ligne pour remplir la place d'une ordonnée, & qui doive faire un angle donné avec la ligne de station. Dans ce cas, il faut fixer l'alidade sur l'angle proposé, & procéder d'ailleurs comme ci-dessus. La ligne tracée sur la surface de l'octant, passant par le centre du grand miroir, doit maintenant être tracée de manière qu'elle coupe l'autre ligne, passant par la pinnule & le miroir horizontal, suivant l'angle donné; alors cette intersection déterminera le point angulaire, où l'on doit percer le trou, pour fixer la place de l'ordonnée, comme ci-devant.

Si l'on détermine l'erreur de rectification, en employant seulement l'objet que l'on voit directement au lieu d'un objet éloigné, & en fixant l'alidade de manière que l'angle indiqué sur le limbe, lorsqu'il sera corrigé de l'erreur de rectification, soit celui de l'ordonnée proposée; alors le point angulaire tombera toujours au centre du grand miroir. Au moyen de quoi ce point sera invariable, quelque soit l'angle des ordonnées; mais dans ce cas, on doit déterminer

CHAPITRE V.

Description & usage du Cercle de reflexion.

(77.) On donne ici la description du cercle de réfléxion, parce qu'il peut remplacer avantageusement l'octant dans toutes les circonstances où l'on se sert de ce dernier, principalement pour les observations à faire en mer.

(78.) Les savans & les artistes se sont beaucoup occupés dans ces derniers temps des moyens de perfectionner les instrumens à réfléxion, dont se servent les navigateurs; mais personne n'a fait un aussi grand pas dans cette recherche, que Tobie Mayer, professeur à Goettingen. Ce célèbre astronome a proposé de substituer à l'octant ordinaire, appellé *octant de Hadley*, un cercle de réfléxion qui a cet avantage singulier, qu'en multipliant les observations avec cet instrument, on diminue toujours de plus en plus les erreurs qui viennent du défaut des divisions, & qu'il ne tient, pour ainsi dire, qu'à la patience de l'observateur, que ces erreurs ne soient à la fin presque totalement détruites.

On joint ici (*fig. 28*) le dessin de ce cercle, copié sur celui que Mayer a fait graver dans son livre intitulé : *Theoria Lunæ*, &c. imprimé à Londres, en 1767. Ce cercle a, comme l'octant de Hadley, deux miroirs *m* & *n* qui ont les mêmes fonctions que dans l'ancien instrument, & qui sont placés de la même manière, avec cette différence que le petit miroir *n*,

au lieu d'être fixe sur le corps de l'instrument, est porté, ainsi que la lunette *H*, sur une alidade particulière qui tourne sur le centre du cercle, & dont le mouvement est indépendant de celui de l'alidade du grand miroir. Voici la manière dont on observe avec cet instrument.

Soient deux astres *S* & *L*, dont on veut mesurer la distance apparente : on place d'abord l'alidade *M* sur un point déterminé *A* de la division, que je suppose, par exemple, être le point zéro; ensuite laissant cette alidade fixe, & ne faisant mouvoir que l'alidade de la lunette, on fait, comme avec l'octant, l'observation du parallélisme des miroirs, c'est-à-dire, qu'on détermine par observation le point du limbe où doit être portée l'alidade *H*, pour que les deux miroirs se trouvent parallèles. Ce qu'on obtient, comme l'on sait, en faisant coïncider dans le champ de la lunette les images directe & réfléchie d'un même objet éloigné quelconque. Cette observation étant achevée, on fixe à son tour l'alidade *H*, en dirigeant la lunette sur l'astre *L*; desserrant ensuite l'alidade *M* du grand miroir, on la ramène du côté de l'œil vers *B*, jusqu'à ce que l'image de l'astre *S*, réfléchie par les deux miroirs, entre dans la lunette & vienne toucher l'image de l'astre *L* vue directement à travers la partie, non étamée du petit miroir; alors l'arc *AB*, parcouru par l'alidade *M*, donne l'angle apparent des deux astres.

Il est aisé de voir que l'observation que nous venons de décrire, ne diffère en rien de celle que l'on fait avec l'octant, ainsi le cercle de réfléxion n'a jus-

ques-là aucune supériorité sur l'ancien instrument ; & même, si on se bornoit à cette seule observation, l'avantage seroit du côté de l'octant, dont le rayon est ordinairement plus grand que celui qu'on peut donner à un cercle de réfléxion. Mais, il n'en seroit pas de même, si on faisoit plusieurs observations consécutives avec ce dernier instrument. En effet, supposons que, regardant le point *B* déjà trouvé, comme le point zéro de la division, on recommence une seconde opération absolument semblable à la première ; c'est-à-dire, qu'on fasse d'abord l'observation préparatoire du parallélisme des miroirs, en portant l'alidade *n* du point *H* au point *K*, & ensuite l'observation du contact des images des deux astres, en portant l'alidade *M* du point *B* au point *C* ; il est clair qu'alors l'arc *BC* donnera aussi l'angle apparent des deux astres, & qu'ainsi l'arc total *AC* donnera le double de l'angle cherché, ou, ce qui est la même chose, que cet angle sera la moitié de *AC* ; il suit delà que s'il y a une erreur dans la division qui se trouve au point *C*, cette erreur sera divisée par deux, & n'influera que pour moitié seulement sur la valeur de l'angle observé. Par la même raison, si on fait encore une troisième & une quatrième opérations, toujours semblables à la première, l'erreur provenant des défauts de la division sera réduite au tiers, & ensuite au quart du cercle qu'aura la dernière division de l'alidade : ainsi l'erreur de l'angle observé diminuera de plus en plus à mesure qu'on multipliera les observations, & l'avantage du cercle sur l'octant deviendra toujours plus grand.

On objectera peut-être qu'en faisant aussi plusieurs observations avec l'octant, on parviendroit également à corriger les erreurs qui viennent de la division, mais on répondra que, dans les observations consécutives que l'on fait avec ce dernier instrument, l'alidade du grand miroir ne s'éloigne que très-peu du point de la division où elle a été portée, à l'instant de la première observation, & que l'erreur de cette division doit affecter de la même manière chacune des autres observations.

Je remarquerai que, dans l'opération qui vient d'être décrite, on a supposé tacitement que les deux astres *S* & *L* sont toujours à la même distance l'un de l'autre, quoiqu'il arrive souvent que cette distance varie sensiblement dans l'intervalle d'une observation à l'autre; mais comme on peut toujours supposer que, dans la courte durée des observations, la variation est proportionnelle au temps; il est clair que si on marque l'heure de chaque observation, & que l'on divise la somme des heures & l'arc total que l'alidade aura parcouru, par le nombre des observations, on aura une distance moyenne des deux astres correspondante à l'heure moyenne des observations.

On vient d'expliquer les avantages du cercle de réfléxion de Mayer, mais il reste encore dans cet instrument, un défaut principal qui lui est commun avec l'octant, & qui produit souvent des erreurs plus grandes que celles qui viennent des imperfections de la division. Voici en quoi il consiste :

On a vu que l'observation d'une distance des deux astres est toujours précédée d'une observation pré-

paratoire, par laquelle on rend les deux miroirs parallèles entr'eux; cette observation préparatoire se fait ordinairement en prenant pour objet de vérification l'horizon de la mer, dont on fait coïncider les deux images directe & réfléchie. Mais les marins savent combien ce moyen est incertain. En effet, si on observe le contact des images avec une lunette, il arrive qu'aussi-tôt que ces images viennent à se rapprocher, on ne les distingue plus que très-difficilement l'une de l'autre, & qu'on ne peut plus alors être sûr du point où elles se confondent; & si pour éviter cet inconvénient, on fait l'observation sans lunette, on perd l'avantage du grossissement des objets.

Il y a, à la vérité, une autre manière plus exacte de faire cette vérification, qui consiste à observer le contact des deux images du disque du soleil; mais elle a le défaut de fatiguer les yeux de l'observateur, d'autant plus qu'elle est répétée chaque fois qu'on mesure la distance des deux astres; d'ailleurs, comme il seroit difficile qu'un cercle fut exécuté avec assez de précision, pour que les deux miroirs étant parallèles dans une position des alidades, puissent l'être dans toutes les autres positions, on seroit souvent obligé de toucher au rappel du petit miroir pour mettre la ligne des centres des deux images dans un plan parallèle à celui de l'instrument; ce qui rendroit encore les observations longues & laborieuses; & enfin le cercle de réfléxion de Mayer, a, dans tous les cas, le défaut d'exiger deux observations, pour ne donner qu'un résultat.

L'auteur avoit senti cet inconvénient de son instrument, & c'est pour cela, sans doute, qu'il avoit proposé dans son ouvrage de fixer sur une des alidades du cercle, une pièce transversale, telle que l'autre alidade, venant à s'appuyer contre l'extrêmité de cette pièce, les deux miroirs se trouvassent alors exactement parallèles ; mais il est aisé de voir que, même en se servant de ce moyen, on seroit toujours obligé, avant de commencer les opérations, de vérifier si les miroirs ont la position réquise, & qu'il faudroit par conséquent faire l'observation préparatoire du parallélisme. Or, il est clair que l'erreur qu'on commettroit dans cette observation, affecteroit toutes les opérations suivantes.

On voit, parce que l'on vient de dire, que le cercle de Mayer, tel qu'il a été donné par l'auteur, conserve encore une partie des imperfections de l'octant; on remarquera même qu'il est d'un usage plus embarrassant en ce qu'il multiplie le nombre des opérations; & c'est, sans doute, par cette raison qu'il n'avoit point été adopté par les marins : mais il étoit possible de corriger ces défauts, & de donner à l'instrument une supériorité très-marquée sur tous les instrumens à réfléxion connus, & c'est ce que Borda a obtenu par un moyen fort simple.

Il a remarqué que dans les observations que l'on fait, soit avec le cercle de Mayer, soit avec l'octant, on recevoit toujours du même côté de la lunette; savoir : du côté droit, l'image de l'astre vu par réfléxion, mais il est clair qu'en laissant entre la lunette & le petit miroir, un espace suffisant pour le passage

des rayons, on peut aussi faire venir cette image du côté gauche, comme dans la *figure* 29. Or, on va voir qu'en combinant ces deux manières d'observer le contact, on peut supprimer l'observation préparatoire du parallélisme.

Soit donc (*fig.* 29) le même cercle de Mayer, dans lequel on suppose qu'on ait reculé l'objectif de la lunette un peu en arrière du grand miroir, & qu'on ait porté le petit miroir *n* jusqu'auprès du limbe, afin de laisser un grand intervalle entre le petit miroir & la lunette. Cela posé, soit *S* & *L* deux astres, dont on veut mesurer la distance.

On commencera par fixer l'alidade du grand miroir sur un point déterminé *A* de la division, par exemple, sur le point zéro; on dirigera ensuite la lunette sur l'astre *L* qui est à gauche; &, sans toucher à l'alidade du grand miroir, on fera mouvoir celle de la lunette, jusqu'à ce que l'image de l'astre *S* venant par la droite, vienne coïncider dans le champ de la lunette avec l'image de l'astre *L* vu directement. Lorsque cette première partie de l'observation sera achevée, on fixera l'alidade de la lunette, & on fera tourner l'instrument en entier, dans son plan, pour diriger la lunette sur l'astre *S*; ensuite desserant l'alidade du grand miroir, on la portera du côté de l'œil vers *B*, jusqu'à ce que les deux images se trouvent encore une seconde fois en contact; alors la moitié de l'arc *AB* donnera la distance des deux astres. En effet, si on considère les positions successives qu'à prises le grand miroir pendant qu'il a passé du point *A* au point *B*, on verra qu'il y a eu néces-

sairement un instant où les deux miroirs se sont trouvés parallèles. Soit *b* le point où étoit alors l'alidade ; il est clair que l'arc *Ab* décrit par l'alidade, depuis le point *A* où l'on avoit observé le premier contact, jusqu'au point *b* du parallélisme des miroirs, ainsi que l'arc *Bb* que cet alidade a parcouru depuis le point *b* du parallélisme, jusqu'au point *B* où on a observé le second contact, marqueront également l'un & l'autre angle apparent des deux astres ; d'où il suit que la moitié de l'arc total *AB* donnera cet angle. On voit donc que sans faire l'observation du parallélisme, on sera parvenu à trouver l'angle cherché, & qu'on aura obtenu un double résultat, par une double observation, au lieu qu'il en auroit fallu quatre en employant la méthode de Mayer. On voit aussi que si on répétoit plusieurs fois les observations que nous venons de décrire, en partant toujours du dernier point où est l'alidade, comme du zéro de la division, on auroit, après quatre observations, un arc *AC* quadruple de l'angle des deux astres ; après six observations, un angle sextuple, & ainsi de suite : de manière que cet angle seroit toujours égal à l'arc total parcouru par l'alidade du grand miroir, divisé par le nombre d'observations. Ainsi, au moyen de cette nouvelle disposition des pièces de l'instrument, & employant la manière de Borda de faire les observations, l'erreur de l'observation du parallélisme des miroirs est totalement supprimée, & le nombre des opérations est diminué à moitié.

On doit remarquer que, dans les procédés que nous venons d'expliquer, on a supposé que la lunette

de l'instrument étoit dirigée alternativement sur les deux astres *S* & *L;* mais on sait que lorsqu'on observe les distances de la lune aux astres, avec un instrument à réfléxion quelconque, on est assujetti à recevoir par réfléxion l'image de celui des deux astres qui a plus de lumière; savoir : l'image du soleil, lorsqu'on mesure les distances du soleil à la lune, & l'image de la lune, lorsqu'on mesure les distances de la lune aux étoiles. Il est donc nécessaire de corriger, à cet égard, notre manière d'opérer, & cela est fort aisé en se servant du moyen usité dans les observations de l'octant, qui consiste à renverser l'instrument pour changer la position respective des deux astres, par rapport aux deux miroirs. Ainsi, dans notre exemple, *S* étant le soleil & *L* la lune, au lieu de diriger la lunette sur le soleil pour faire la seconde observation, on la dirigera sur la lune comme la première observation; on fera ensuite tourner l'instrument, autour de l'axe *H* de la lunette, pris comme un axe de mouvement, jusqu'à ce qu'il ait fait une demi-révolution, & alors l'alidade *M*, étant portée de *A* vers *B*, l'image du soleil se réfléchira sur les miroirs, de la même manière que l'image de la lune s'y seroit réfléchie, si on avoit pu diriger la lunette sur le soleil, & qu'on eut tenu l'instrument dans sa première position.

On appelle *observation à droite*, celle dans laquelle les rayons de l'astre réfléchi viennent par la droite, comme dans les observations de l'octant, & dans celles de Mayer; *observation à gauche*, celle dans laquelle l'image réfléchie vient par la gauche; comme

dans la *figure 29*; &, *observations croisées*, les deux observations successives, l'une à droite & l'autre à gauche, qui servent à supprimer l'observation préparatoire du parallélisme des miroirs.

On vient de voir qu'on ajoute un nouveau degré de perfection, très-remarquable à l'instrument de Mayer, en éloignant seulement le petit miroir de la lunette, & faisant usage de la nouvelle manière de faire les observations.

CHAPITRE VI.

DESCRIPTION de la Planchette, avec la manière de s'en servir.

(79.) QUOIQUE la planchette soit un instrument très-connu, on a cru devoir entrer dans quelques détails sur sa construction; celle que l'on va décrire a été faite par feu Lennel, successeur de Canivet, ingénieur en instrument de mathématiques pour l'académie des sciences; elle a été reconnue la plus utile & la plus commode, par le C.^en^ Cugnot, qui en a donné la description à la suite d'un ouvrage sur la Fortification, qu'il a publié en 1778.

Cette planchette (*fig. 30*) est composée d'une table, portée par un pied semblable à celui du graphomètre. La figure représente l'élévation de cette planchette, montée sur son pied. La *figure 31*, est un profil qui fait voir la vis qui sert de pivot à la table, & la fixe sur son pied. Les *figures 32 & 33* sont les plans du dessus & du dessous de la table : on en peut connoître les

les dimensions au moyen de l'échelle, & en construire de semblables.

La table est quarrée ou rectangulaire. On peut la faire plus ou moins grande, selon l'usage que l'on veut faire de la planchette. Le dessus & son chassis (*fig.* 32) sont faits de petites planches de sapin bien choisies, dressées & assemblées avec beaucoup de soin. Le dessous (*fig.* 33) est de bois de noyer, collé à la table & attaché avec quantité de chevilles de sapin, pour maintenir la table bien droite. Il est garni au milieu d'un écrou de cuivre encastré dans le bois. Le chassis tient à la table, par le moyen de huit vis de cuivre, dont les têtes s'enfoncent entièrement dans le chassis. La tête de chaque vis est percée d'un trou quarré, dans lequel on fait entrer la clef, dont on se sert pour serrer & desserrer les vis. Lorsque les huit vis sont entièrement sorties de la table, on peut ôter le chassis en le levant, parce que la table entre en coin dans le chassis, comme la *figure* 31 le fait voir : ce qui est nécessaire pour pouvoir serrer les bords de la feuille de papier que l'on met sur la planchette. Après avoir ôté le chassis, on étend la feuille sur la planchette, & on la mouille avec une éponge ou un linge, le plus également qu'il est possible, afin qu'elle ne s'étende pas plus dans un endroit que dans un autre : après quoi on rabat les quatre côtés de la feuille ainsi mouillée, sur les bords de la table, & l'on remet le chassis, en observant d'étendre également la feuille de tous les côtés, avant que de remettre les vis. On attend, pour se servir de la planchette, que le papier soit bien sec ; on cesse de lever, lorsque l'humidité

de l'air commence à le mouiller assez pour le détendre.

Le haut du pied de la planchette (*fig.* 30 & 31) à trois parties principales, qui la séparent. La partie supérieure est composée d'un plateau de bois de noyer, d'environ seize centimètres de diamètre sur trois centimètres d'épaisseur, & de deux languettes de charnière de même bois qui sont attachées solidement sur le plateau. La partie de dessous est d'une seule pièce de bois de noyer; elle a en dessus deux languettes égales à celles qui tiennent au plateau, & en dessous trois petites languettes, auxquelles sont attachés les trois bâtons qui portent la planchette. La troisième partie est un morceau de bois de noyer, qui est placé entre les quatre grandes languettes, & forme, avec ces languettes, deux grosses charnières, dont les deux boulons ou goupilles sont de cuivre, & ont à chaque bout un écrou à oreilles aussi de cuivre, employé pour serrer les charnières & les desserrer : ce qui se fait avec la plus grande commodité, sans ébranler la planchette, parce qu'on serre la charnière par les deux côtés à la fois, & en tournant un écrou d'un sens & l'autre de l'autre; ensorte que les deux efforts que l'on fait se détruisant mutuellement, ne font aucune impression sensible sur la planchette. Ces deux charnières sont de la plus grande commodité pour mettre la table de niveau, & la tenir très-ferme lorsqu'elles sont très-serrées. Les trois bâtons qui portent la planchette, sont attachés à la charnière, & l'on peut serrer & desserrer chaque charnière, par le moyen d'un écrou à oreilles. Les charnières sont faites de manière qu'on peut écarter ou rappro-

cher les trois bâtons, autant que l'on veut : lorsqu'ils sont entièrement rapprochés, ils se touchent dans toute leur longueur, & on les fixe ensemble, par le moyen d'une virole de cuivre, pour pouvoir porter la planchette plus commodément.

La table (*fig. 31*) est retenue sur le plateau, par une vis qui traverse le plateau, & entre dans l'écrou qui est encastré dans le dessous de la table : lorsque cette vis est desserrée, la table tourne très-facilement sur le plateau, & on la fixe en serrant la vis ; en la dévissant tout-à-fait, la table se sépare de son pied, & on peut la poser sur une table à dessiner. Comme cette grosse vis n'est pas commode à tourner, & qu'il importe beaucoup de pouvoir fixer la planchette commodément & sans la déranger par les efforts qu'il faudroit faire pour serrer cette grosse vis, dont la tête est logée trop étroitement entre deux languettes, on a mis un petit levier de cuivre attaché à la charnière en *A*, sous le plateau, à une petite pièce de cuivre encastrée dans le bois ; l'autre bout du petit levier est traversé par une petite vis de cuivre *B*, dont le bout porte sous la pièce de cuivre encastrée dans le plateau. La grosse vis traverse le levier, la petite pièce de cuivre, à laquelle il est attaché, & le plateau. Lorsqu'on serre la petite vis *B*, elle fait descendre le bout du levier, dont le milieu pressant sur la tête de la grosse vis la fait descendre ; & la planchette se serre fortement contre le plateau, & se fixe aussi solidement qu'on peut le desirer. Cette petite vis n'est nécessaire que pour pouvoir fixer la table sans la déranger, comme on ne manqueroit pas

de faire, en se servant de la grosse vis qui est beaucoup plus difficile à tourner; elle ne sert que de pivot, lorsqu'on veut seulement faire tourner la planchette sur son pied; lorsqu'on veut l'en séparer, on tient la tête de la grosse vis d'une main pour la fixer, & de l'autre main, on fait tourner la table, jusqu'à ce que la grosse vis soit entièrement sortie de l'écrou.

Chaque fois qu'on rapporte la planchette à la maison, on la détache de son pied, on la pose sur une table, & l'on met au trait ce que l'on a levé; ce qui est plus commode que de laisser la planchette sur son pied, qu'il faut ménager autant qu'on peut.

La règle, dont on se sert pour tirer des lignes sur la planchette, se nomme *alidade;* elle est de cuivre: à chaque bout de l'alidade, est attachée à charnière une petite règle de cuivre, un peu moins large & beaucoup plus mince, on nomme ces deux petites règles, *pinnules*. Lorsqu'on veut renfermer l'alidade dans son étui, on couche les pinnules sur l'alidade. Chaque pinnule à d'un côté une fente très-étroite, & de l'autre une fenêtre, au milieu de laquelle est tendu un crin: la fente de chaque pinnule répond à la fenêtre de l'autre, de manière que lorsque les deux pinnules sont levées, & que l'on veut diriger l'alidade sur un objet, on la tourne jusqu'à ce que l'objet soit couvert par le fil de la fenêtre opposée à la fente, par laquelle on regarde.

On remarquera que la fente & le fil de la fenêtre opposée, sont dans un même plan perpendiculaire à la planchette, & parallèle aux deux bords de la règle. Comme les objets sur lesquels on est obligé de diriger

l'alidade, sont plus ou moins élevés au dessus, ou enfoncés au-dessous du niveau de la planchette, on fait une des pinnules assez grande pour qu'on puisse les voir. Si l'objet est beaucoup plus élevé que la planchette, on tourne la grande pinnule du côté de l'objet : on fait le contraire lorsque l'objet est plus bas que la planchette.

Il y a entre les deux pinnules, une boussole & un niveau d'air; l'aiguille de la boussole est suspendue dans une caisse de cuivre, couverte d'une glace; la caisse à huit centimètres de long, sur un centimètre & demi de large. Il y a dedans, à chaque bout, une petite barre de cuivre, sur laquelle il y a un petit trait, dans la direction que l'aiguille doit avoir, lorsqu'elle est parallèle aux deux côtés de la règle.

Le niveau est un tuyau de verre scellé hermétiquement, dans lequel il y a de l'esprit-de-vin, & une bulle d'air qui se meut avec une extrême facilité; lorsque l'alidade est posée sur un plan qui ne penche d'aucun côté, la bulle se tient au milieu du tuyau; si peu que la règle s'incline, la bulle se porte promptement vers le bout le plus élevé du tuyau. Le niveau & la boussole étant ainsi attachés à l'alidade, ces trois instrumens unis ensemble, ne font pas plus d'embarras qu'un seul.

La planchette est mobile sur deux grosses charnières (*fig.* 30), dont les boulons se croisent perpendiculairement; lorsqu'on veut la mettre de niveau, après avoir bien affermi les trois bâtons qui la portent, on laisse une charnière serrée, & l'on desserre l'autre seulement, autant qu'il en est besoin, pour

pouvoir faire pencher la table facilement : on pose la règle sur la table, dans la direction du boulon de la charnière qui est serrée, & l'on baisse doucement la table, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, jusqu'à ce que la bulle d'air s'arrête au milieu du tuyau. La table étant mise de niveau sur une charnière, on serre cette charnière, & l'on desserre l'autre, sur laquelle on met encore la table de niveau de la même manière.

Lorsque la surface du terrain est parfaitement droite & de niveau, elle peut être représentée exactement par le plan que l'on trace sur le papier; autrement elle diffère du plan, à proportion de ses inégalités : alors le plan que l'on construit est semblable à la surface que le terrain auroit s'il étoit applani & mis de niveau. Les angles que l'on trace sur la planchette, doivent être tracés dans un plan bien horizontal, & les distances que l'on prend sur le terrain, doivent être mesurées horizontalement.

Il importe que la planchette soit toujours bien de niveau; une différence fort légère ne sauroit produire un effet sensible, par rapport à l'ouverture des angles que l'on trace sur la planchette ; mais lorsqu'on est dans le cas de diriger l'alidade sur des objets fort élevés au dessus, ou enfoncés au dessous du niveau de la planchette, on ne sauroit trop prendre de mesures, pour que la fente, par où l'on regarde, & le fil de la fenêtre opposée, soient dans un plan bien vertical.

Supposé que le polygone *ABCDEF* (*fig.* 34), représente le terrain dont on veut lever le plan, & que le quarré placé dans le polygone représente la

planchette; on posera l'alidade sur le bord du papier, la tournant doucement jusqu'à ce que l'aiguille aimantée devienne parallèle aux bords de la règle, le long de laquelle on tracera au crayon une ligne, sur laquelle on fera une flèche qui marquera la direction du nord au sud.

On choisira ensuite sur la planchette un point *O*, qui soit semblablement placé, par rapport au papier, ou à-peu-près, comme la planchette est placée par rapport au terrain, dont on veut lever le plan; & on y enfoncera bien perpendiculairement à la planchette, une aiguille qui doit être aussi fine qu'il soit possible, sans être trop foible : on lui fait une tête avec de la cire d'espagne, pour pouvoir l'enfoncer & la retirer commodément. Il faut avoir plusieurs de ces aiguilles qui soient toutes de même grosseur. On pose l'alidade sur la planchette, & après avoir levé les pinnules, on l'appuie contre l'aiguille, & on la dirige sur un des points du terrain qu'on veut marquer sur la planchette; par exemple, sur le point *A*, où l'on a fait auparavant planter un jalon, sur lequel on dirige l'alidade fort commodément : on tire ensuite le long de l'alidade, avec la pointe du compas, depuis le pied de l'aiguille, en allant vers le point *A*, une ligne indéfinie sur laquelle on porte de *O* en *M* autant de mètres & parties de mètres de l'échelle, qu'il y a de mètres & de parties de mètres de *O* en *A*. Au lieu de se servir de la pointe du compas pour tracer des lignes le long de l'alidade, il vaudroit mieux avoir un traçoir d'acier, attaché au bout d'un crayon : ce traçoir bien trempé, ayant une pointe bien cen-

trée, seroit de la même grosseur que les aiguilles dont on se serviroit sur la planchette. Étant bien poli autour, il ne gâteroit point la règle, & traceroit de bien meilleures lignes sur le papier. Il est de la plus grande importance pour la justesse des opérations, que le milieu de la largeur d'une ligne que l'on tire d'un point à un autre, passe par les milieux des deux points. Si le traçoir est plus gros que l'aiguille, contre laquelle la règle est appuyée, le milieu de la largeur de la ligne que l'on trace est trop éloigné de la règle; au contraire, il ne l'est pas assez, si le traçoir est moins gros que l'aiguille. Le traçoir tenant au crayon, ne fera pas plus d'embarras que le crayon en fait tout seul. Il faut faire au traçoir, une petite douille de cuivre, dans laquelle on fera entrer le bout du crayon.

Le point *M* étant marqué, on tire un rayon sur le point *F;* & après avoir fait mesurer la distance *OF*, on la porte avec le compas de *O* en *N*, & l'on tire *MN* au crayon. Les triangles *MON* & *AOF* ayant un angle commun, compris entre deux côtés proportionnels, sont semblables. On achève le polygone de la même manière; comme il est composé de triangles semblables à ceux du terrain, il est évident qu'il est semblable au polygone du terrain.

L'instrument le plus expéditif pour mesurer les distances un peu longues, est une chaîne de fil de fer de vingt ou vingt-cinq mètres de longueur. Pour les mesures fort courtes, on se sert d'un mètre de bois, divisé en décimètres & en centimètres. Lorsqu'on veut prendre des mesures avec une grande précision, on se sert d'une règle en bois de cinq mètres de lon-

gueur, ajustés bout à bout. Si le terrain a de la pente, on observe de tenir les mètres de niveau, en les soutenant avec des chevalets, ou autrement. On laisse tomber un plomb de l'extrêmité du mètre qui est élevé, sur l'extrêmité de celui qui est à terre, pour s'assurer que l'extrêmité de l'une répond verticalement à l'extrêmité de l'autre. Cette manière de mesurer est la plus exacte; mais elle est trop lente, & elle occupe trop de monde, pour pouvoir être employé dans bien des occasions. La chaîne a bien des défauts, mais elle est fort expéditive; & en prenant de bonnes précautions, elle donne des mesures d'une exactitude suffisante pour la pratique. Pendant tout le temps qu'on emploie à lever un plan, il faut laisser les mêmes hommes à la chaîne, & les accoutumer à la tenir toujours également tendue, & à prendre garde qu'elle ne se noue. On met un homme à chaque bout de la chaîne : celui qui est derrière, fixe le bout de la chaîne au point d'où l'on part; l'autre va en avant, jusqu'à ce que la chaîne soit tendue, alors le premier aligne sur le point où l'on va, & lorsque la chaîne est bien alignée, l'homme qui est devant enfonce en terre une fiche de fer pointue, d'environ cinquante centimètre de longueur. A l'extrêmité de la chaîne que l'on porte ensuite en avant, jusqu'à ce que l'homme qui est derrière arrive à la fiche de fer, où il fixe le bout de la chaîne pendant qu'il aligne de nouveau l'homme qui est devant, lequel plante encore une fiche au bout de la chaîne; après quoi il la porte en avant, & l'autre le suit après avoir pris la première fiche, qu'il garde ainsi que

toutes les autres, pour les lui rendre lorsqu'il les a toutes. S'il y en a vingt, chaque fois qu'il les rend, il compte quatre cents ou cinq cents mètres, selon que la chaîne est de vingt ou vingt-cinq mètres. Toute simple qu'est cette manière de mesurer, elle exige beaucoup d'attention de la part de celui qui est à la planchette, pour accoutumer ceux qui traînent la chaîne à bien mesurer, & à ne pas se tromper en comptant les chaînes, comme cela ne leur arrive que trop souvent, lorsqu'ils ne sont pas suffisamment exercés.

On ne lève pas un plan d'une seule station; il faudroit pour cela que le terrain ait bien peu d'étendue, & qu'il fut bien découvert. On porte la planchette en autant d'endroits qu'il convient, pour pouvoir prendre commodément tous les points dont on a besoin. On nomme *station*, le point où l'on établit la planchette. Pour transporter la planchette d'une station à une autre, par exemple, de *A* en *B* (*fig.35*), on fera planter au point *B*, un jalon sur lequel on dirigera l'alidade, le long de laquelle on tirera avec le traçoir une ligne, depuis le pied de l'aiguille, en allant vers *B*, jusqu'au cadre de la planchette. Avant que de lever la règle, on enfoncera sur cette ligne une aiguille, en arrière de la première, lorsque cela est nécessaire pour pouvoir l'en éloigner davantage. Cela fait, on lève la règle, & après avoir fait mesurer sur le terrain la distance du point *A* au point *B*, on la prend sur l'échelle avec le compas; on la porte sur la planchette, & l'on fait avec le crayon un petit cercle autour du point qui marque la nouvelle sta-

tion : on porte la planchette au point *B*, & l'on fait planter un jalon au point *A;* ayant placé la planchette au point *B*, de manière que le point de la nouvelle station que l'on a marqué sur la planchette, soit exactement au dessus de celui où étoit placé le jalon. On met la planchette de niveau, & l'on desserre la petite vis qui affermit la planchette sur le plateau, afin de la pouvoir faire tourner sur son centre. Cela étant fait, on pose l'alidade sur la planchette, l'appuyant bien contre les deux aiguilles, & on la dirige sur le point *A*, en faisant tourner doucement la table, que l'on fixe ensuite, en serrant la petite vis : après quoi on ôte les deux aiguilles, & on en met une au point de la nouvelle station.

Supposé que l'on transporte encore de la même manière la planchette du point *B* au point *C*, le petit triangle tracé sur la planchette, sera semblable au triangle *BAC;* car ces deux triangles auront un angle *B* commun, compris entre deux côtés proportionnels. Avant que de quitter une station, on en choisit tout au tour, autant d'autres qu'on juge nécessaire; l'on y fait planter des jalons, & l'on y transporte la planchette de la manière qu'on vient de dire.

On nomme *base*, la ligne tirée d'une station à une autre. On ne sauroit prendre trop de précautions, pour ne pas se tromper sur la longueur & sur la direction des bases, parce que l'erreur influe sur les opérations suivantes. On remarquera que la planchette, dans toutes les stations, doit toujours être tournée de la même manière. Lorsqu'on veut voir si elle est bien parallèle à sa première position, on met

la règle sur la ligne qu'on a tracée sur la planchette, & l'on voit si l'aiguille de la boussole se tient parallèle à cette ligne. On tire aussi de la station où l'on est, des rayons sur des objets du terrain qui sont déjà marqués sur la planchette. Supposé qu'ayant placé la planchette en *C*, on dirige l'alidade sur un jalon qu'on aura planté au point *A*, si le bord de l'alidade ne passe pas par le point qui est marqué sur la planchette; il en faut conclure qu'on a fait quelque faute. Il faut faire mesurer de nouveau la dernière base : si l'on trouve que la première mesure a été mal prise, il faut la corriger; autrement il faut faire mesurer la première base, & ne pas aller en avant que la faute ne soit corrigée. Il peut arriver, en pareil cas, que les deux bases ayent été bien mesurées, mais qu'en posant la planchette, on n'ait pas mis le point de la planchette exactement au dessus de celui du terrain ; cette faute qui est imperceptible, lorsque la nouvelle station est fort éloignée de la précédente, devient très-considérable lorsque la base est fort courte : il faut alors se servir de la boussole, & si de la nouvelle station, on peut découvrir des points qui soient déjà marqués sur la planchette, il faut en profiter pour bien placer la planchette. On tire de préférence des rayons sur les objets qui sont les plus éloignés, parce que les points qui les représentent sur la planchette, sont d'autant plus propres à déterminer la direction de l'alidade, qu'ils sont plus éloignés de l'aiguille contre laquelle elle est appuyée.

MANIÈRE d'établir avec la planchette le canevas d'une carte.

(80.) La manière d'établir le canevas d'une carte, en se servant de la planchette, ne diffère de celle qui a été expliquée en se servant du graphomètre ou du cercle répétiteur, qu'en ce qu'au lieu d'observer la valeur des angles à chaque endroit de station par les rayons visuels, on trace ces rayons mêmes sur le papier qui couvre la planchette, & on écrit le long de chacun le nom du lieu où il est dirigé. Le point de section de plusieurs rayons envoyés sur un même objet en détermine la position : expliquons cette pratique en peu de mots, & en supposant qu'il est question du pays représenté par la deuxième figure.

(81.) Sur le papier attaché à la planchette, on trace une ligne *ab* qui représente la ligne *AB* (*fig.* 2), & on donne à cette ligne *ab*, autant de mètres pris sur une échelle géométrique & réduite, qu'on en a trouvé en mesurant sur le terrain la longueur de la base *AB*.

On fait ensuite convenir le point *a* de la planchette avec le point *A* du terrain, & la ligne *ab* avec la base *AB*, comme si l'une faisoit partie de l'autre; la planchette étant fixée dans cette situation, on trace du point *a*, correspondant au point *A* du terrain, des rayons dirigés sur *Dienville*, *Flaucourt*, *Dangé*, *Andel*, *Danval*, *Beaupré*, *Ervée;* en un mot, on dirige un rayon sur chaque objet qui se peut voir du point *A*, on trace chacun des rayons sur la planchette, & on les cote du nom du lieu où ils sont dirigés.

Cette station achevée, on en fait une semblable au point *B*, c'est-à-dire, que l'on accorde tellement le point *b* sur le point *B*, & la ligne *ba* tracée sur la planchette avec la base *BA*, mesurée sur le terrain, que l'une soit exactement couchée sur l'autre, après quoi l'on trace & l'on cote les rayons dirigés à *Dienville*, *Flaucourt*, *Dangé*, *Andel*, &c., & à tous les objets apperçus du point *B*. Le point de concours des rayons dirigés sur le même objet, en donne la position relative aux deux extrêmités de la base, & aux autres lieux du pays supposé.

Après ces deux opérations, on se transporte à quelqu'un des lieux déterminés par le concours de plusieurs rayons; par exemple, à *Dienville*, on y place la planchette, & on l'oriente de telle manière qu'un des rayons tracés de *Dienville* à l'une des extrêmités de la ligne *ab*, soit parfaitement couchée sur la ligne du terrain représentée par ce rayon, & serve de base aux nouveaux triangles qui naîtront des opérations qu'on va faire à *Dienville*, toutes semblables à celles que nous avons décrites dans les deux premières stations; c'est ainsi que les côtés d'un triangle devenant les bases de plusieurs autres, il se forme une chaîne de triangles qui couvrent la surface de la planchette, & qui donnent à chacun de leurs points angulaires la position d'un des lieux qu'il falloit déterminer & poser sur la carte.

DÉFAUTS de cette méthode dans des Cartes fort étendues.

(82.) Cette manière d'établir le canevas d'une carte, offre des apparences d'exactitude, mais elle conduit

réellement à des erreurs & à des inconvéniens qui doivent la faire abandonner, à moins qu'il ne soit question que d'un travail où on ne sera pas obligé de multiplier les opérations, & de faire une longue suite de triangles; car 1.° il arrive très-souvent que plusieurs lignes dirigées de différens endroits sur le même objet, se coupent de manière que leur longue section ne fait pas voir où est exactement placé sur le papier le lieu cherché que cinq ou six rayons devroient donner avec la dernière précision, &, après quelques réflexions, on décide souvent l'objet au point où l'on juge que la rencontre de quatre ou cinq lignes en donne la position plutôt que la section de trois ou quatre autres, & on croit être assuré de ces points, sur tout quand on n'apperçoit point à l'œil une grande différence; 2.° on part de là pour continuer le travail; ce qui fait qu'on a dans la suite, sans s'en douter & sans pouvoir faire autrement, des distances plus ou moins longues sur le papier, qu'elles ne le sont à proportion sur le terrain; 3.° ces fausses distances d'un lieu à d'autres, & dont on vient de développer la cause, font qu'elles sont désorientées, & que tout le travail est dans le même cas; ensorte qu'il est impossible de se rencontrer avec les premiers points déterminés; & c'est alors qu'on apperçoit le peu d'exactitude qu'il y a dans ce canevas de carte; 4.° ce qui contribue le plus à ces erreurs, c'est la difficulté de faire convenir, comme il faut, la ligne tracée sur le papier avec le rayon visuel qu'elle représente, c'est aussi que la règle de l'alidade ne sera pas posée précisément le long de cette ligne;

au surplus, une erreur de douze ou quinze mètres n'est pas sensible, lorsque l'échelle de la carte est très-petite. Ainsi de toutes façons, les erreurs se multiplient en plus ou en moins, sans qu'il soit possible de les appercevoir, si ce n'est lorsque le travail étant achevé, on veut accorder les premières opérations avec les dernières. On avouera que, malgré bien des soins, quand une carte est fort étendue, l'on est souvent pris en défaut, quoiqu'on ait eu la précaution de mesurer de nouvelles bases, lorsqu'on s'est trouvé à certain éloignement de la première, afin de vérifier des distances déjà bien en avant de la mesure fondamentale; & quoique ces distances se trouvent bonnes, quant à leur longueur, il est toujours à craindre qu'elles soient désorientées; 5.° ajoutez à cela qu'on ne peut point opérer avec la planchette dans des tours ou dans des clochers, qu'ainsi il faut faire planter des signaux; outre que cela est long & dispendieux, ils sont aussi difficiles à appercevoir dans un pays plat, qu'ils sont visibles & indispensables dans un pays montueux, où il faut nécessairement être élevé pour voir les différens objets qui sont dans les vallons.

L'usage de la planchette pour établir le canevas d'une carte, a deux inconvéniens; le premier, c'est que cette méthode ne donne pas la valeur des angles faits par les rayons visuels; le second, c'est qu'on ne peut connoître les distances entre les objets, que par le moyen du compas & de l'échelle : on ne pourra jamais vérifier de cette manière des distances déterminées, d'après des observations ou en mesurant les

angles

angles, on a eu égard aux secondes; on doit au contraire se servir de ces distances pour commencer & redresser le canevas d'une carte : alors on aura quelque certitude de sa bonté à certains égards.

Nous ajoutons qu'il ne faut pas employer des distances mesurées avec le compas & l'échelle de la carte, pour découvrir la valeur des angles des triangles, & encore moins préférer les angles déterminés de cette façon, parce qu'ils ne s'accorderoient jamais avec ceux qui auroient été observés avec un bon instrument. Cette trigonométrie méchanique pourroit-elle avoir un seul partisan, parmi les personnes mêmes qui n'ont qu'une très-légère teinture des premiers principes de la géométrie?

Tout ce que nous venons de dire, fait sentir qu'il ne faut pas avoir une trop grande confiance dans l'usage de la planchette pour établir le canevas d'une carte fort étendue, & prévient des écueils où peut-être on pourroit se laisser entraîner par l'exemple ou autrement.

La préférence qu'on donne à la planchette sur le graphomètre, pour faire le canevas d'une carte fort étendue, vient sans doute, 1.° de ce que, sans avoir la peine d'observer la valeur des angles, & sans s'embarrasser dans des calculs fatiguans, on a par la section des lignes la position des objets; 2.° de ce qu'on économise sur le temps; mais ces deux avantages doivent-ils l'emporter sur un travail pénible & plus long à la vérité, mais aussi exact que lumineux?

La planchette peut être employée avec succès pour

établir des points intermédiaires, & c'est d'ailleurs le meilleur instrument dont on puisse se servir pour lever toutes sortes de détails.

De l'usage de la Planchette pour établir des points intermédiaires.

(83.) Lorsqu'après avoir observé avec un bon instrument & avec soin, la valeur des angles entre les rayons visuels dirigés sur les principaux objets d'un pays, & que par voie de calcul, on est arrivé à connoître leur distance entr'eux, & par conséquent leur position, les uns à l'égard des autres, on peut se servir avec succès de la planchette pour établir d'autres points entre les premiers : ces points intermédiaires servent à lever le détail du pays, non-seulement avec plus d'exactitude, mais encore plus promptement & plus facilement.

Pour avoir ces points intermédiaires sur le papier, on sent qu'il convient d'opérer dans les endroits, dont la position est déterminée de la manière que nous l'avons fait voir, & de diriger de ces endroits des rayons sur les objets & sur les signaux du pays qu'on voudroit établir sur la planchette, comme ils le sont sur le terrain, & suivre ce qu'on a dit (80), en donnant la manière de se servir de cet instrument pour faire le canevas d'une carte.

De l'usage & des avantages de la Planchette pour lever le détail d'un pays.

(84.) La planchette est plus commode qu'aucun autre instrument pour lever le détail d'un pays, parce qu'en s'en servant il n'est pas question d'ob-

server & d'écrire sur un brouillon la valeur des angles que les rayons visuels font avec l'aiguille aimantée, ni d'y écrire les distances entre les points de station. Elle dispense de faire un brouillon, & c'est un grand avantage à plusieurs égards; car quelque net que soit un croquis, s'il renferme beaucoup de détails, il est quelquefois difficile à lire, à moins qu'on ne l'ait figuré très-grand, mais alors il devient embarrassant : si l'on y a oublié quelques cotes importantes, ou que l'on se soit trompé en les écrivant, on est obligé de retourner sur les lieux, quand heureusement on n'en est pas trop éloigné; en même temps on remédiera à ce qui ne s'apperçoit pour l'ordinaire qu'en rapportant sur le papier.

Avec la planchette, & sur le terrain même, on fait une minute exacte des objets que l'on veut lever, sans qu'il soit possible, si ce n'est de propos délibéré, d'omettre la moindre chose, ou de négliger le détail; on a la satisfaction de les voir en petit, tels qu'ils sont en grand sur le terrain, & par conséquent ce qui est levé & ce qui reste à faire; on a l'agrément de pouvoir s'assurer, en travaillant sur les lieux, de l'exactitude du détail, lorsqu'on apperçoit quelques-uns des principaux objets qui ont été posés sur le papier, d'après des observations & des calculs faits avec soin.

(85.) Lorsqu'on veut lever le détail d'un pays, en se servant de la planchette; il faut, 1.° avoir sur le papier qui la couvre les points fondamentaux du canton où l'on veut commencer ce travail; 2.° il faut aussi avoir la direction du nord de l'aiguille aimantée, & à son défaut prendre soi-même cette direction, ce

qui se fait, comme il suit; 3.° enfin, il faut bien orienter la planchette.

Pour orienter la planchette, on pose le côté de la boussole qui est parallèle au nord-sud, le long de la ligne du nord de l'aiguille, ayant attention de mettre le dard de la boussole du même côté que le dard ou la ligne de direction, tracée sur le papier; cela fait, & la boussole ne se dérangeant pas, on tournera la planchette jusqu'à ce que l'aiguille aimantée se fixe directement au point nord, ou qu'elle soit dans le plan vertical qui passeroit par la ligne nord-sud, gravée dans le fond de la boîte; quand cela est ainsi, la planchette est orientée.

A l'égard des points fondamentaux, on prend sur le papier, où ils sont tous exactement rapportés, ceux du canton que l'on veut détailler.

Si la direction de l'aiguille aimantée n'a pas été observée & tracée sur le papier qui contient la position des principaux objets du pays, pour avoir cette direction, on se place dans l'alignement de deux points déterminés, & posés sur le papier qui est attaché à la planchette; on fait convenir cet alignement avec son correspondant sur la planchette, de manière qu'ils n'en fassent qu'un : alors on rend la planchette invariable, & on y pose la boussole que l'on tourne, ou sur la droite, ou sur la gauche, jusqu'à ce que l'aiguille se soit arrêtée directement vis-à-vis le point marqué nord; dans ce cas, on tient la boussole immobile, & l'on tire le long de ses côtés, parallèle à l'aiguille, une ligne qui est celle de la direction de l'aiguille aimantée.

On se sert continuellement de cette direction, dont le côté du nord est distingué de celui du midi, pour orienter la planchette.

MANIÈRE de lever le détail avec la Planchette.

(86.) Supposons qu'à commencer d'*Ervée* (*fig. 36*), on veuille lever le détail qui est entre ce lieu & *Boissy*; que pour cela on ait sur la planchette les points fondamentaux qui sont nécessaires, tels que le clocher d'*Ervée*, celui de *Boissy*, & même celui de *Cailly*, de *Brienne* & autres endroits, dans l'intérieur ou environnans le canton dont il s'agit.

On fera d'abord mesurer la distance qu'il y a du clocher d'*Ervée* au point B', d'où l'on a intention de partir; on prendra sur l'échelle de la carte, la même distance que l'on portera sur le papier fixé sur la planchette (*fig. 37*), qui déterminera le point b' correspondant au point B' du terrain. Au point B' du terrain, on y posera & on y orientera la planchette, alors on la la rendra immobile; cela fait, du point b' du papier, & en se servant de l'alidade, on tirera une ligne dans la direction du point C'; on fera mesurer la distance du point B' au point C': si entre ces deux points, il y a 320 mètres, on prendra la même longueur sur l'échelle de la carte, on la portera du point b' sur le rayon dirigé au point C', & on aura son correspondant c' sur le papier; entre les points b' & c', on figurera tout ce qui est sur le terrain entre ces mêmes points.

On établira, on orientera, & on rendra la planchette immuable au point C'; de son correspondant

c', on tirera sur le papier une ligne dirigée sur le chemin $C'D'$, on fera mesurer sa longueur; si elle est de 240 mètres, on prendra ce même nombre sur l'échelle de la carte, on le portera du point c' sur cette ligne, & on aura sur la planchette le point d' qui correspondra au point D'; on figurera entre c' & d', ce que l'on voit sur le terrain le long du chemin $C'D'$.

Arrivé au point D', où l'on arrangera la planchette comme il convient, on tracera de son correspondant d', 1.° un rayon sur le papier, selon la direction du chemin $D'O$; 2.° un rayon, selon la direction du chemin $D'G'$; & 3.° un rayon dans l'alignement du chemin $D'E'$. Si de D' en O, il y a 510 mètres, de D' en G' 590 mètres, & de D' en E' 420 mètres, on portera les mêmes nombres du point d' sur les lignes correspondantes, & on aura sur le papier les points o, g', e', qui représenteront ceux O, G', E' du terrain; alors, on figurera entre d' & o, entre d' & g', entre d' & e', ce qu'on verra sur le terrain entre les mêmes points.

Supposons que du point e', où l'on est venu pour continuer le détail, on y voit le clocher de *Cailly*, celui de *Brienne*, celui d'*Ervée*, celui de *Boissy*, &c. il convient de s'en servir pour examiner si le détail qu'on a levé jusqu'à ce point est exact.

Comment on vérifie sur le terrain le détail qu'on vient de lever avec la Planchette.

(87.) La planchette étant orientée, il faut arranger l'alidade sur chacun des clochers ou autres points, dont la position a été déterminée par le calcul, les-

quels doivent se trouver sur le papier qui couvre cette planchette. Au cas que, sur chaque alignement dirigé du point e^{I} sur ces points ainsi déterminés, se trouve l'objet qui lui répond sur le papier, le détail qu'on aura jusqu'à l'endroit e^{I}, où se fait la vérification, sera exact : s'il en est autrement, il faudra rectifier le travail, ce qui se fera comme il suit.

De quelle manière on rectifie sur le terrain le détail qu'on prend avec la Planchette, lorsqu'on y apperçoit de l'erreur.

(88.) Imaginons que les rayons visuels dirigés du point e^{I} sur les objets du pays, ne passent pas par leur correspondant posé sur le papier, on apperçoit donc au point e^{I} de l'erreur dans le détail : pour y remédier, on posera l'alidade dans l'alignement du clocher de *Brienne* sur le terrain, & du clocher de *Brienne* sur la planchette ; alors, on tirera une ligne le long de l'alidade, &, du côté de e^{I} qui contiendra nécessairement ce point, on en tirera pareillement une autre du même côté, dans la direction du clocher d'*Ervée* sur le terrain, & du clocher d'*Ervée* sur la planchette, elle contiendra aussi ce point e^{I} ; on tirera de même sur le papier une ligne dans la direction de *Boissy* ou de *Cailly* & du point qui représentera cet objet sur la planchette, cette ligne contiendra nécessairement encore le point e^{I} ; ensorte qu'on aura celui qui répondra exactement à l'endroit e^{I}, où se couperont tous ces différens rayons, & le détail sera rectifié.

Le point E^{I} du terrain étant bien sûrement placé

en *e'* sur le papier, on continuera le détail, comme nous venons de l'enseigner; cela n'ayant point de difficulté, on n'en dira pas davantage.

Pour ne rien omettre, il convient de faire voir comment on peut appercevoir les variations de l'aiguille aimantée.

COMMENT on découvre que l'aiguille aimantée ne prend pas son nord, & de quelle manière il faut se conduire en pareil cas.

(89.) Lorsqu'ayant orienté la planchette, au moyen de l'aiguille aimantée, & qu'ayant dirigé, de l'endroit où l'on se trouve, un rayon sur chacun des principaux objets déjà placés sur le papier, ces rayons passent tous-à-la-fois par les objets où ils sont envoyés sur le terrain, & par leurs correspondans sur la planchette, on est bien certain que l'aiguille aimantée n'éprouve pas de variations en cet endroit; mais quand le contraire arrive, malgré les soins que l'on prend, il est certain que quelque chose dérange l'aiguille, qu'elle ne peut se diriger vers son véritable nord, & par conséquent que la planchette n'est pas bien orientée.

Dans ce cas, il faut se servir successivement des rayons qu'on déterminera, c'est-à-dire, que pour remédier à l'inconvénient de ne pouvoir pas orienter la planchette avec l'aiguille aimantée, il faut suivre le détail, en faisant convenir les rayons tracés sur le papier avec ceux du terrain qu'ils représenteront : cela n'exige à chaque station qu'un peu plus de soin &

plus d'attention, moyennant quoi le travail est exact & se continue.

Dans les plans, où la moindre différence est toujours une erreur trop considérable, on a la précaution, en levant ces plans, de planter des signaux à certains points de station, ces signaux servent pour vérifier le travail; pour cet effet, on examine si les rayons qu'on y dirige passent par les points qui leur correspondent sur la planchette, alors on est assuré que le travail est exact.

(90.) Ce qu'on vient de dire fait sentir qu'il n'est pas toujours nécessaire d'avoir une aiguille aimantée sur la planchette pour lever exactement, puisqu'on ne peut s'en assurer qu'autant que les rayons visuels qui doivent se correspondre, se coïncidront véritablement, & que certains points du papier conviendront aussi dans l'alignement de leur semblable sur le terrain.

Pour faire l'application de ce qui vient d'être dit, nous supposerons que du point E' (*fig. 36*), on a envoyé, sur le milieu du chemin $E'F'$, une ligne, & qu'ayant mesuré $E'F'$, on a trouvé 500 mètres; ensorte que les ayant portés sur la ligne $e'f'$ (*fig. 37*), on y a déterminé le point f' qui correspond à celui F' du terrain; mais après avoir arrangé la planchette à ce point, on a remarqué que l'aiguille aimantée n'y prend pas son véritable nord, car les points E', e', les clochers du pays & les objets placés sur le papier ne se trouvent pas dans l'alignement qui doit passer par les points correspondans; dans ce cas, voici de quelle manière il faut se conduire.

COMMENT on lève avec la Planchette, sans le secours de l'aiguille aimantée.

(91.) Supposons que le point e' & en conséquence point f' soient exactement établis sur le papier, on arrangera F' sur f', ensorte que le point f' soit sur le point F' qu'il représente; cela étant, on fixera la planchette, on dirigera une ligne du point F' le long du chemin $F'S$, & si de F' en S, il y a 400 mètres, on les portera sur cette ligne pour y avoir le point s, qui répondra à celui S du terrain.

Du point F' encore, on tirera une ligne dans la direction du point H', & si de F' en H', il y a 520 mètres, on les portera sur cette ligne, afin d'y avoir le point correspondant h'; entre f' & h', on y figurera ce qu'on verra sur le terrain, entre les mêmes points.

On viendra établir la planchette au point H', de manière que son correspondant h' soit dans sa verticale, & que $h'f'$ soit parfaitement dans l'alignement de $H'F'$; alors la planchette étant immobile, on dirigera une ligne sur le point G'; si la distance $H'G'$ est de 320 mètres, on en portera autant sur cette ligne, & on y aura le point correspondant g', qui doit se trouver au même endroit, où il a été placé en opérant au point D'.

Arrivé au point G', on y établira la planchette, comme il vient d'être dit, ensuite on dirigera, 1.° une ligne sur le point D' qui doit passer par son correspondant d', déjà posé sur le papier; 2.° on en dirigera une autre le long du chemin $G'I'$; & 3.° on en

dirigera une autre encore sur le milieu du chemin $G'K'$; ensuite on fera mesurer chacun de ces rayons, afin de donner même longueur à leurs correspondans; enfin, entre h' & g', entre g' & d', entre g' & i', & entre g' & k', on y figurera ce qui est entre les mêmes points sur le terrain.

C'est de cette manière qu'on lève avec la planchette, en se servant de l'aiguille aimantée ou en ne s'en servant pas, la minute du détail d'un pays; ensorte qu'on ne peut se tromper, sans s'en appercevoir, comme cela arrive lorsqu'on fait un brouillon, & on n'omettra rien sans le vouloir.

(92.) Nous avons dit que l'on pouvoit se servir de la planchette, pour établir des points intermédiaires aux objets déterminés entr'eux par des observations & par des calculs faits avec soin; nous avons aussi expliqué, en peu de mots, la manière d'établir ces sortes de points, parce qu'il y a des pays dont la situation est telle, qu'il est possible d'y multiplier les objets autant qu'on le veut, en y établissant, pour cet effet, des signaux sur les endroits les plus éminens; ensorte que la hauteur où ils sont, fait qu'on les voit presque continuellement, & qu'ils servent à lever le détail sans être obligé de mesurer les distances entre les points de station. Dans les pays où l'on peut avoir cet avantage, il en faut profiter: la manière d'en lever le détail, est en quelque sorte différente de celle qu'il faut employer dans un pays plat, où en quelque nombre que soient les objets, on a peine d'en découvrir plusieurs à la fois, parce qu'on y est ordinairement offusqué de toutes parts.

(93.) Quand on lève avec exactitude le détail d'un pays, & que pour cet effet on se sert de la planchette, ayant les points du canevas déterminés trigonométriquement, on prend le parti de ne faire aucun mesurage; mais on se lie aux points fondamentaux par des sections de lignes qui passent par ces points du terrain, & par leurs correspondans sur la planchette. Dans ce cas, il faut avoir l'attention de préférer les lieux d'observation, de ne se servir que des mêmes, autant qu'il est possible, & des plus éloignés entr'eux; parce que ce sont des bases exactes auxquelles s'attachent aiſément les carrefours de chemin, les ponts, les gués, &c. On ne doit se servir des autres lieux qu'au défaut de ceux d'observation, parce que quelques-uns de ces points intermédiaires peuvent se trouver hors de leur place, si l'observateur a été trompé par l'indicateur, ce qui peut arriver quand les objets se ressemblent, ou quand un indicateur succède à un autre.

Le canevas d'une carte se forme dans le cabinet : là, on prend les points nécessaires pour lever le détail du pays, sur un papier que l'on attache sur la planchette, & qui à la campagne est exposé à l'humidité & à la chaleur du temps, ce qui fait qu'il diminue de grandeur, selon qu'il est épais & plus ou moins collé; de manière que les points piqués, d'après le canevas même, ne se rapportent plus, quand on veut adapter ce morceau; c'est à quoi on doit faire attention.

Il faut s'être beaucoup exercé à figurer, à vue & au pas, les différentes choses qui se rencontrent dans

un pays, avant que de se servir de la planchette : la planchette, il est vrai, statue avec précision les carrefours, les angles & les directions des chemins, des avenues, des canaux, des rivières, des ponts, des gués, des écluses, des haies, des bois, &c.; mais le trop fréquent usage qu'on en feroit, pourroit faire perdre la justesse du coup-d'œil, & empêcher que l'on ne s'habituât ensuite à figurer autrement. Quoiqu'il ne s'agisse que de savoir placer la planchette avantageusement, & la bien orienter pour faire le détail d'un pays avec exactitude, à la guerre & dans d'autres cas, cette précision scrupuleuse est inutile; on n'a pas assez de temps, on est pressé d'avoir en gros la masse & la situation du pays pour décider d'un mouvement : il faut donc alors faire une figure du local; c'est tout ce que l'on demande. Pour ne jamais se trouver embarrassé dans les différentes circonstances où l'on peut se trouver, il faut connoître toutes les méthodes & les avoir bien pratiquées pour s'en servir au besoin.

MANIÈRE de lever avec la Planchette, le détail d'un pays sans en rien mesurer.

(94.) Afin de développer la méthode que l'on emploie pour lever le détail d'un pays montueux, nous imaginerons que sur les endroits les plus élevés du pays, représenté *figure 36*, on y a fait mettre les signaux $L^1M^1N^1$, & que des clochers du pays, comme du clocher de *Brienne*, du clocher d'*Ervée*, du clocher de *Boissy*, du clocher de *Cailly*, ou d'autres points posés sur le papier, d'après des calculs, on a envoyé

sur chacun de ces signaux différens rayons qui en ont donné la position invariable sur le papier (*fig. 37*), l'un au point l', l'autre au point m', & l'autre au point n', tels qu'ils sont situés sur le terrain, les uns à l'égard des autres, & par rapport aux autres objets.

Supposons qu'avec le secours des clochers du pays & des signaux L', M', N', on veuille lever le détail compris entre *Boissy* & *Ervée;* il est clair qu'en quelqu'endroit que l'on oriente la planchette, les distances entre les objets du pays seront parallèles, chacune à la distance qui lui correspondra sur le papier; c'est-à-dire, que la distance de *Brienne* à *Ervée*, que celle d'*Ervée* à *Boissy*, & celle de *Boissy* à *Cailly*, ou celle de *Boissy* aux signaux L', M', N', seront parallèles aux distances qui les représentent sur la planchette; & il est encore clair que ce parallélisme subsistera toujours dès qu'on aura orienté la planchette sur le terrain. Cela étant incontestable, commençons le détail dont il s'agit, & établissons d'abord le pont *R* sur le papier; pour cela la planchette étant bien orientée sur ce pont, on mettra l'alidade dans l'alignement du clocher de *Brienne*, & du point où il est posé sur le papier, le long de la règle de l'alidade, on tirera une ligne du côté du pont *R* qui contiendra nécessairement le lieu où il doit être sur le papier; on mettra l'alidade dans l'alignement du clocher de *Boissy*, qui est sur le terrain, & du même clocher posé sur la planchette & le long de la règle, on tracera une ligne qui contiendra pareillement le lieu du pont *r*. Si on met l'alidade dans l'alignement d'un autre objet du pays, de son correspondant sur

la planchette, tirant une ligne le long de la règle, elle contiendra encore le lieu du pont *r*, qui sera par conséquent au point de section de ces trois lignes.

Pour peu que l'on fasse d'attention à cette opération, on sentira que le point *r* ou *R* devient le sommet commun à deux triangles semblables, & par conséquent que les côtés du triangle que l'on forme sur le papier, sont proportionnels aux côtés homologues du triangle fait sur le terrain. Du lieu *r* de ce pont, on dirigera un rayon selon le cours supérieur & inférieur du ruisseau qui passe sous ce pont, & on tirera une ligne dans la direction du point *S*; alors sur le papier, & en suivant ces lignes, on figurera les choses dont elles marquent la situation. Si dans ces directions, il y a des objets qu'il importe de figurer à leur véritable place, on les déterminera par un rayon envoyé pour cet effet des stations qui suivront sur chacun de ces objets : c'est ainsi que par la section de deux rayons, on parviendra à figurer chaque chose en son lieu.

On se rendra au point *F'*, & on l'établira sur la planchette, en mettant l'alidade dans l'alignement du clocher de *Boissy*, qui est sur le terrain, & du même clocher qui est sur le papier, on tirera du côté de *F'*, une ligne dans cette direction; ensuite on se servira d'un ou de plusieurs autres objets du pays, comme de *M'*, d'*Ervée*, ou de *N'* & de leurs correspondans, pour avoir au moins deux lignes qui, coupant la première, y donneront à leur point d'intersection le lieu du point *f'* sur le papier.

De ce point *f'*, établi sur la planchette, on enverra

1.° un rayon au point *S*, entrée du village de *Boissy;* ce point *S* sera déterminé en *s*, où est coupée la ligne qui y a été envoyée du pont *R;* 2.° on dirigera un rayon sur le point H'; & 3.° on tracera un rayon dans la direction du point E'; le premier rayon donnera la situation du chemin $F'S$, le second donnera la situation du chemin $F'H'$, & le troisième donnera la situation du chemin $F'E'$ qu'on pourra figurer sur le papier avec tout ce qui les environnent.

On ira au point G' pour établir sur la planchette, & de la manière qu'on vient de l'enseigner, son correspondant g', d'où l'on enverra 1.° un rayon sur le point H', afin d'avoir son correspondant h' à l'endroit où sera coupé celui qui a été dirigé du point F'; 2.° on dirigera un rayon dans le milieu du chemin $G'D'$; 3.° on tirera un rayon sur le chemin $G'I'$; & 4.° un autre dans la direction du chemin $G'K'$; ensorte qu'ayant la situation de ces chemins sur la planchette, on les y figurera en tout ou en partie, avec le détail qui les accompagnera.

Si on fait une semblable opération au point D', pour en avoir le lieu sur le papier & aussi la situation des chemins $D'E'$, $D'O$, $D'C'$, qu'on opère de même au point *O* pour le placer sur la planchette & pour y placer aussi le point B', & encore afin d'avoir la situation exacte des rues d'*Ervée;* enfin, si l'on y figure à mesure ce que l'on verra sur le terrain, on aura le détail que l'on s'étoit proposé de lever entre *Boissy* & *Ervée.*

Cette ancienne méthode a l'avantage de donner un détail précis, en y employant beaucoup moins de

de temps, qu'en le levant de toute autre façon. Le C.^en Montanel, ingénieur géographe, insista sur son usage dans un pays de grandes montagnes, dont il fallut lever la carte avec toute la diligence possible.

OBSERVATIONS.

(95.) Dans des Départemens, tels que ceux des Vosges, des Alpes, des Pyrénées, &c., il se trouve en certains cantons des obstacles cachés, ou même découverts, qui empêchent d'en lever le détail avec précision, en se servant de l'aiguille aimantée ou de la boussole sur la planchette; il est difficile dans ces sortes de pays ferrugineux de réussir, si celui qui opère n'a pas les connoissances géométriques nécessaires pour lever les difficultés qui se rencontrent : voici un moyen qui peut être employé dans ces circonstances.

Imaginons donc de ces pays renfermant dans leurs entrailles des obstacles ferrugineux, c'est-à-dire, des mines de fer apparentes ou invisibles; ensorte que l'aiguille aimantée ne prend pas la véritable direction : il arrive même que lorsqu'on est au-dessus de ces mines, elles attirent l'aiguille de manière qu'elle est sans mouvement, & que sa pointe pose sur le fond de la boîte qui la contient; c'est ce qu'on éprouve dans différens endroits du pays des Aldules, frontières d'Espagne.

Supposons enfin que les principaux lieux, & différens objets d'un pareil canton, sont déterminés avec précision & établis, comme on l'a enseigné, sur le papier destiné à servir de canevas au travail

qui doit représenter le détail d'un canton, tel qu'on le suppose ici. Pour réussir, on se portera à un des principaux points qui aura été statué par les opérations fondamentales; de ce lieu, choisi avec réflexion & pour le plus commode, on alignera l'alidade sur un des autres points fondamentaux; alors, on fixera la planchette; ensuite on dirigera un rayon sur chaque objet de détail visible de ce lieu, comme un poteau, une flèche, un arbre remarquable, &c.

Le long de ces différens rayons tracés sur le papier, on écrira le nom de l'objet sur lequel il est dirigé; cela fait, on se transportera à un autre des points fondamentaux, d'où l'on puisse voir quelques-uns ou la plupart de ces objets de détail; là, appuyant la règle de l'alidade sur l'alignement de ce point de station à un autre point fondamental, on dirigera des rayons à la ronde sur tous les objets de détail, ou sur la plupart de ceux qu'on aura vus de la station précédente, & sur ceux qu'on découvrira de ce lieu; ayant toujours soin d'écrire le long de chacun de ces rayons, le nom de la chose sur laquelle il aura été dirigé; alors la section des lignes dirigées de ces deux stations sur les mêmes objets, déterminera leur position respective par rapport aux points fondamentaux; on fera la même chose à quelques-uns des autres points du canevas, & ainsi on déterminera la place de chacun de ces objets de détail.

REMARQUE.

(96.) Il arrive quelquefois que par la section des lignes, partant de deux points fondamentaux, on a

déterminé la position d'un arbre de remarque, d'un poteau, d'une flèche, d'une pointe, d'un rocher, ou, &c. qu'on ne peut appercevoir d'aucun centre des points capitaux, & que se transportant en ce lieu, on ne peut voir que l'un de ceux qui ont servi à en fixer la position, l'autre étant caché par une chose quelconque; cependant il est nécessaire de statuer le détail de ce canton avec précision. Alors on établit la planchette en ce lieu, posant l'alidade bien précisément le long de la ligne qui vient du point visible & qui en a décidé la position; alors on fixe la planchette, & on dirige à la ronde des lignes sur tous les objets essentiels que l'on découvre de ce lieu, en écrivant leur nom le long de la ligne qu'on y dirige, ainsi qu'on l'a déjà dit.

On statue de même la position de toutes espèces d'objets de détail, en ajustant toujours & précisément la règle de l'alidade le long de la ligne qui a décidé la position de la chose : c'est ainsi que l'on parvient à établir les objets de détail à leur place respective. Après cela on visite, on examine avec soin les alentours pour voir ce qui y tient de près, ce qui y passe, ce qui y aboutit, ou qui les environne de près ou de loin, comme mare, étang, lacs, marais, bois, &c. On figure toutes ces choses à mesure sur le papier, & c'est ainsi que l'on parvient à représenter au vrai la situation & le détail de ces sortes de pays, malgré les obstacles qui se rencontrent. Ce que l'on vient d'enseigner est si aisé à comprendre, qu'on s'est dispensé d'en donner une figure.

OBSERVATIONS nécessaires pour que la Carte d'un pays soit sans défauts d'intelligence.

(97.) Premièrement, il faut avoir attention d'indiquer le cours des fleuves, des torrens, des rivières & des ruisseaux, en se servant pour cela, selon l'usage établi, d'une flèche, dont le dard marque de quel côté coulent les eaux; c'est en ce sens aussi qu'il convient d'écrire le nom que portent les différens objets dignes de remarque.

Secondement, il faut non-seulement distinguer, par une grosse ponctuation, les limites d'une province, mais il y faut aussi distinguer, par des lignes plus finement ponctuées, ses divisions; & par des lignes ponctuées plus légérement encore, ses sous-divisions; dans ces cantons, on écrira leur dénomition, en proportionnant la grosseur du caractère à leur étendue.

Troisièmement, il faut que le nom de chaque objet du pays soit écrit de manière qu'on ne puisse le prendre pour le nom d'un autre objet; il convient de distinguer, par différentes sortes d'écritures, ou au moins par la grosseur du caractère, le nom des villes capitales, d'avec le nom des autres villes, &c. En plus petit caractère le nom des bourgs, des villages; en plus petit caractère encore celui des hameaux, des fermes, des maisons particulières, des moulins, des ponts, des gués, &c., ensorte que cette gradation fasse connoître que l'objet est plus ou moins considérable.

Quatrièmement, lorsque c'est la carte d'une pro-

vince frontière, il convient que la frontière soit au haut de cette carte, & qu'elle soit écrite en ce sens; c'est-à-dire, comme si on alloit directement à une ligne tirée d'une des extrêmités de cette frontière à son autre extrêmité; mais si c'est la carte d'une province non frontière, il faut affecter d'abord le nord au haut de cette carte.

Cinquièmement, quand on lève une carte, dont l'objet est militaire, il ne faut pas négliger d'y écrire le nom des grands chemins qui traversent le pays, ni d'y marquer tous les chemins, c'est-à-dire, ceux même qui n'ont point de débouché; parce qu'en omettant ces derniers sur une carte dressée pour faire des manœuvres de guerre on suit souvent, si on n'a un bon & fidèle guide, un chemin qu'il falloit abandonner; d'où il résulte qu'on est dans le cas de revenir sur ses pas, ce qui fatigue des troupes mal-à-propos, & peut causer la perte d'un temps très-précieux, sur-tout quand il faut arriver à heure marquée, sans quoi on seroit exposé à échouer dans une entreprise dont le succès seroit capable de contribuer au salut d'un peuple ou d'un état, ou peut devenir de grande importance à une armée.

Il est essentiel d'observer ces cinq articles; autrement une carte détaillée pour le service militaire seroit défectueuse, quelque bien levée qu'elle fut.

MANIÈRE de dresser & de détailler une Carte sur des indices.

(98.) On n'est pas toujours pourvu des cartes qui seroient nécessaires à la guerre, ou parce qu'elles

n'ont pas été levées, ou parce que les frais en ont été faits par une puissance qui a eu soin d'empêcher la communication d'un travail de cette conséquence, afin de connoître seule l'enceinte & l'intérieure de ses propres états.

Les cartes imprimées ne sont pas ordinairement assez détaillées pour servir à tous besoins ; il arrive des circonstances, où il est important de bien connoître la constitution d'un pays, afin d'y exécuter des marches & des manœuvres capables de faire réussir les entreprises les plus difficiles, ou de rendre inutile le projet le plus réfléchi. Faute de carte nécessaire, on emploie un moyen, peu exact, à la vérité, pour en former une qui puisse donner d'un pays, une idée qui convienne ; elle a ses avantages dans les circonstances, dont nous venons de parler.

On assemble les personnes du pays réputées pour le bien connoître, & sur-tout celles qui ont le plus d'intelligence pour répondre à toutes les questions qu'il convient de leur faire, en les interrogeant séparément, & à l'écart, afin de mieux juger de la vérité : ces questions roulent :

1.° Sur les distances estimées par heures de chemin, entre les villes, bourgs, villages, hameaux, &c. A mesure qu'on en est instruit, on en forme des triangles auxquels on donne pour côtés les heures de chemin indiquées, prises sur l'échelle qu'on juge à propos d'affecter, & ainsi on fait le canevas, & on a la position des principaux lieux du pays dont il s'agit ;

2.° Sur les grands chemins & sur toutes les grandes

& petites communications qui vont d'un lieu à d'autres, observant à cet égard de savoir si elles sont pavées ou ferrées, ou si elles ne le sont pas, si elles sont bonnes ou mauvaises, si de gros équipages peuvent y passer, & qui sont celles qui ne peuvent être suivies que par des gens à cheval & à pied, ou par ces derniers seulement; on trace ces chemins sur le papier, suivant l'idée qu'on reçoit, en les accompagnant de notes sur leur nature;

3.° Sur le passage des rivières, ruisseaux & canaux qui arrosent le pays; à mesure que toutes ces choses sont indiquées, on les trace sur le papier, à la distance, à droite ou à gauche, des lieux qui en sont voisins, & des indices qui sont sur leurs rives; on a soin aussi de marquer le cours de ces eaux, & au surplus on fait des notes sur la nature du fond où elles coulent;

4.° Sur l'emplacement, la nature, la largeur & la bonté des ponts, & aussi sur le lieu des gués qui traversent les rivières; d'après les réponses, on exprime ces sortes de passages, où ils sont indiqués, ayant une attention toute particuliere pour les bien situer à l'égard des lieux qui en sont voisins, ce qui est de très-grande conséquence;

5.° Ayant ainsi dressé la carcasse de cette carte, on s'informe de la nature générale du pays, afin de pouvoir en figurer les montagnes, les coteaux, les vallons, &c. d'une manière conforme à la vérité, & aussi les bois, les prairies, les marais, les étangs, selon leur étendue & leur emplacement;

6.° Enfin, on prend une connoissance particulière du

pays, en se faisant instruire du lieu & du nom des églises, des oratoires, des fermes, des cabarets, des moulins, des arbres remarquables, &c. qui sont sur les bords ou dans le voisinage des chemins : une pareille carte peut servir pour faire marcher ou manœuvrer un corps de troupes, & suppléer au défaut d'une carte exacte & détaillée.

USAGES des Cartes imprimées pour en faire de détaillées.

(99.) Lorsqu'on n'est point pourvu de la carte d'un pays, levée & détaillée comme on la voudroit, on se sert de sa carte imprimée, reconnue la meilleure, afin d'en rapporter d'abord le canevas, d'après une échelle plus sensible que celle de cette carte, & de pouvoir ensuite y marquer le détail ; pour cela, sur la carte imprimée, on trace ordinairement des carreaux d'une grandeur arbitraire, & sur un papier, on en trace le même nombre en tous sens, en observant que le côté des grands carreaux soit au côté des petits carreaux, comme un certain nombre de mesures de l'échelle de la carte que l'on veut faire, est au même nombre de mesures de l'échelle de la carte imprimée, c'est-à-dire, dans le rapport de ces lignes ; cela fait, on met dans chacun des grands carreaux, ce qui se trouve dans chacun de ceux de la carte imprimée, auxquels ils répondent ; après avoir mis les objets à leur place, & faire sinuoser les rivières, les ruisseaux, &c., on a le canevas de cette carte, où ensuite on exprime le détail, comme il a été dit ci-devant.

Pour avoir un détail plus vrai & plus précis que

celui que l'on peut faire d'un pays, sur le rapport de ceux qui l'habitent ou qui y commercent, le Général de l'armée fait figurer, par ses Aides-de-camp ou par d'autres Officiers instruits & intelligens, sur le terrain même, ce qu'ils y voient d'essentiel & d'utile à remarquer ; ils examinent si bien la situation, la grandeur & la nature de toutes les choses, dont il importe d'avoir une parfaite connoissance, que l'on parvient à former une carte telle qu'on en a besoin ; & comme rien ne leur est échappé, ils corrigent même le canevas qui en a été dressé : si un objet qui y a été placé à gauche d'une rivière, ou d'un chemin, &c. se trouve à droite sur le terrain, ou qu'il soit de toute autre manière hors de sa place, ou qu'il soit dénommé du nom d'un autre endroit sur la carte, ils ne manquent pas de le faire connoître ; enfin, leurs observations s'étendent sur tout ce qui constitue la nature générale & particulière du pays, & de cette manière on est pourvu d'une carte qu'on n'auroit pu avoir autrement.

DES reconnoissances militaires, ou faites à vue.

(100.) Le besoin que l'on a à la guerre de connoître promptement & en gros la situation d'un pays, où marche & où campe une armée, ne laisse point le temps d'y procéder d'une manière bien exacte, tant pour le canevas, que pour le détail, alors l'instrument & la chaîne sont inutiles pour déterminer la position respective des lieux & leur distance entr'eux ; dans ce cas, on travaille au pas réglé de l'homme ou du cheval, & au coup-d'œil : au coup-d'œil pour

former à peu-près & à mesure que l'on avance, l'angle que font les principales parties d'un grand chemin, d'une digue, d'une rivière, &c.; au pas, pour déterminer les longueurs des chemins qui aboutissent à des carrefours, à des ponts, à des gués, &c. où passe la route; estimant la distance qu'il y a de ces endroits à des objets voisins, si on n'a pas eu de moyens moins équivoques pour la déterminer, comme lorsqu'on a recours à une bonne carte gravée que l'on dresse sur une échelle sensible, prenant un décimètre pour deux ou trois kilomètres.

Quand on a assez de temps, on se donne quelquefois la peine de monter dans un édifice élevé, se faisant accompagner d'un bon indicateur; de-là, on trace des lignes occultes, dans la direction de chacun des objets essentiels que l'on apperçoit; on forme grossièrement sur le papier, les angles qu'ils font entr'eux, sur chacune de ces lignes, on met la distance en kilomètres ou en parties de kilomètre qu'annonce l'indicateur. Lorsque l'on a ainsi les principaux endroits du pays, chacun à sa place; on travaille au détail; mais pour réussir avec cela à faire une bonne reconnoissance militaire; il faut, 1.° remarquer devant, ou à peu-près devant soi, un objet quelconque, comme une tour, un clocher, un moulin à vent, &c. & bien observer en avançant si cet objet se trouve toujours dans la même direction, ou s'il est à droite ou à gauche, parce que le chemin se détourne; il faut 2.° remarquer d'autres objets, situés d'un côté ou de l'autre, de l'endroit d'où l'on part, & chaque fois que l'on change de direction,

quel angle cette direction fait avec ces objets, ou avec ceux que l'on apperçoit en avançant : c'est ainsi que se fait militairement une reconnoissance de pays; on marque, & l'on exprime sur le papier & à leur place, les rivières, les ruisseaux, les canaux, les ponts, les gués, les ravins, les marais, les montagnes, les bois, les moulins, &c., & enfin tout ce que l'on rencontre le long d'un chemin ou sur les côtés; on dessine toutes ces choses, selon leur étendue & leur figure approchante, cela s'appelle travailler sur la main : c'est tout ce qu'il faut à la guerre, en certaines occasions, en joignant à ce travail des notes instructives sur la nature de plusieurs choses, comme sur la nature des chemins, sur le fond & les bords d'une rivière, sur la profondeur & la largeur des ravins, sur la nature des bois, &c.

Nous donnerons dans la troisième partie des détails plus étendus sur les moyens de dresser les cartes militaires.

On avertit ceux qui auront besoin d'apprendre à se servir du pinceau & à exprimer, avec des couleurs, les différentes choses qui sont sur une carte détaillée, qu'ils pourront pour cet effet consulter *la Science des Ombres, par rapport au Dessin, avec le Dessinateur au cabinet & à l'armée*, ou *les nouvelles Règles pour la pratique du Dessin & du Lavis*, par le C.^en Delagardette, qu'ils trouveront chez les mêmes Libraires qui ont imprimé celui-ci.

CHAPITRE VII.

Description & usage de la Boussole dans la levée des Plans.

(101.) On connoît la propriété des aiguilles aimantées, de se tourner vers le nord avec une déclinaison plus ou moins considérable, & qui varie suivant les temps & les lieux. La boussole des Géomètres (*fig. 38*), n'est autre chose qu'une pareille aiguille posée sur un pivot, au moyen d'une chape pratiquée dans le milieu de son épaisseur : pour que la boussole soit aussi exacte qu'il est possible, il faut que la chape soit d'agate. Le pivot de l'aiguille est placé au centre d'une circonférence de cercle tracée sur le fond d'une boîte quarrée, creusée circulairement dans toute son épaisseur. Cette circonférence est divisée en quatre parties égales, par deux diamètres perpendiculaires entr'eux, & aux côtés du quarré de la boîte. Sur l'un des côtés du quarré, on applique un petit solide de forme prismatique, dont la base est un petit rectangle; cette petite boîte est attachée par une vis, au plan d'une des faces latérales de la boussole que l'on dispose toujours horizontalement. Dans chaque face *EF* de cette boîte, il y a un petit trou, & au-dessous un autre plus grand, au milieu duquel se trouve une petite languette de cuivre terminée en pointe : le tout est tellement disposé de part & d'autre, qu'en dirigeant un rayon visuel par l'un des petits trous, on apperçoit dans l'alignement les extrêmités de la petite lan-

guette, dont on vient de parler; ce qui fixe la position des rayons dirigés avec cet instrument aux différens objets. On voit donc que la ligne de mire *EF* & le diamètre *AB* étant toujours parallèles, l'angle que fait l'aiguille *GH* de la boussole avec *AB*, est le même que celui qu'elle fait avec le rayon visuel dirigé aux objets que l'on observe par l'alidade *EF*.

(102.) On emploie quelquefois la boussole pour déterminer la position de chacun des principaux lieux d'un pays; pour cet effet, on observe, autant qu'il est possible, avec cet instrument, les angles que fait l'aiguille aimantée à toutes les sinuosités & les contours de chemins, que l'on mesure successivement en allant d'un lieu à un autre lieu. Par ces mesures rapportées & orientées sur le papier, on détermine la distance du premier objet au second, & de la même manière celle qu'il y a entre tous les objets du pays, en suivant les routes des uns aux autres.

(103.) Cette méthode qui donneroit en même temps le canevas d'une carte, la longueur & la figure des chemins qui traversent un pays, seroit aussi bonne qu'elle est facile; 1.° si l'on n'étoit point exposé à se tromper dans des mesures répétées; 2.° si l'on ne trouvoit pas à monter & à descendre en toisant le long des chemins; 3.° si l'aiguille aimantée n'éprouvoit pas à certaines heures du jour & en certains temps des variations qu'on ne peut pas estimer.

Tous ces inconvéniens qu'on ne peut contester ne permettent point d'avoir aucune confiance dans le canevas d'une carte établie de cette manière, & on ne doit pas, pour toutes ces raisons, employer la

boussole lorsqu'on voudra déterminer avec précision la position de chacun des principaux objets d'un pays; mais l'usage de la boussole est au contraire fort avantageux pour prendre le détail d'un pays, ou pour remplir un détail entre des points bien établis par la trigonométrie.

(104.) Il y a deux manières de se servir de la boussole pour lever le détail de la carte d'un pays, elles consistent dans la manière de compter les degrés compris entre l'aiguille aimantée de la boussole & un alignement : suivant l'une, on ne considere point le nombre de degrés, lorsqu'il est au-dessus de 180 degrés, on examine seulement si l'angle que fait l'aiguille aimantée, est à droite ou à gauche de la ligne *nord-sud*, tracée dans le fond de la boîte, & la valeur de cet angle; suivant l'autre, on compte depuis o degrés, indiqué par la *fleur*, jusqu'à 360 degrés, le nombre de degré compris entre zéro & le point où l'aiguille s'arrête.

Ces deux différentes manières de mesurer les angles compris entre l'aiguille aimantée & la fleur de la boussole, dirigée par le moyen de sa visière, sont les plus usitées; car il existe un troisième moyen qui consiste à examiner dans lequel des quarts du cercle de la boussole se trouve l'aiguille aimantée.

MOYEN de lever le cours d'une rivière avec la boussole, au moyen d'angles qui n'excèdent pas 180 degrés.

(105.) Supposons qu'il s'agisse de figurer le contour d'une rivière (*fig.* 39), on mesurera sur l'un de ses bords différentes bases *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, &c., ensuite on observera avec la boussole les angles *aAB*,

bBC, *cCD*, &c. que forment les directions de chacun de ces alignemens avec la ligne *nord* & *sud* de la boussole, qui est toujours indiqué par la direction de l'aiguille, & qui donne sur le plan les parallèles *Aa*, *Bb*, *Cc*, *Dd*, &c. Puisque dans un même lieu l'aiguille est toujours tournée vers le même point de l'horizon ; & c'est ce parallélisme de l'aiguille aimantée, dans quelque position qu'elle se trouve, qui rend la boussole commode & expéditive dans les opérations de détail, parce qu'il n'est pas besoin de fixer deux objets pour déterminer les angles que font entr'eux les différens alignemens. S'il y a sur l'autre bord, ou dans le milieu de la rivière des points remarquables, tels que *M*, *N*, *O*, *P*, &c. ou même s'il n'est question que de déterminer en différens endroits la largeur de la rivière, on dirigera à ces points des rayons, tels que *AM* & *BM*, *AN* & *BN*, *BO* & *CO*, &c., & l'on mesurera les angles de ces différens alignemens avec la direction de l'aiguille. S'il n'y a point d'objets remarquables aux endroits où l'on veut mesurer la largeur de la rivière, on y fera planter des signaux, & l'on prendra aux extrêmités des différentes bases particulières, comme *AB*, *BC*, *CD*, &c. les angles que font avec ces mêmes bases les rayons visuels menés aux points que l'on veut marquer sur le plan.

LEVER le détail d'un pays au moyen de la Boussole.

(106.) Si l'on vouloit, au moyen de la boussole, avoir le détail des objets qui se trouvent entre *Cailly*, *Brienne*, *Ervée* & *Boissy*.

Au point *A* (*fig. 36*) pris pour point de départ,

on établira la boussole, on dirigera sa visière selon la partie droite *AB* du chemin qui conduit à *Brienne;* alors, si entre l'aiguille aimantée & la direction de ce chemin, il y a 27 degrés & demi à gauche de cette aiguille, sur le brouillon où l'on aura figuré le chemin *AB*, on tirera une petite ligne qui représentera l'aiguille aimantée, & à gauche de cette ligne on écrira 27 degrés & demi, valeur de l'angle que fait l'aiguille avec ce chemin.

Etant au même point *A*, on dirigera la visière de la boussole sur le clocher de *Brienne*, que l'on suppose visible de ce point. S'il se trouve 42 degrés entre la gauche de l'aiguille aimantée & la direction du rayon envoyé sur *Brienne*, on écrira 42 degrés de la même manière sur le brouillon, c'est-à-dire, à gauche, entre la petite ligne & une autre ligne qui représentera le rayon dirigé sur *Brienne*, & que l'on désignera par le nom de ce lieu.

On dirigera encore la visière de la boussole sur le clocher de *Cailly;* alors, si entre la gauche de l'aiguille aimantée & ce rayon, il y a une ouverture de 140 degrés, on l'écrira de la même manière sur le brouillon, où l'on désignera, par le nom de *Cailly*, la ligne qui marquera le rayon visuel dirigé vers ce lieu. Cela fait, on ira au point *B* du chemin, où il se trouve une sinuosité, on mesurera la distance *AB*, si elle a 400 mètres, on les écrira sur le brouillon le long du chemin *AB*, qu'on y aura figuré avec tout ce qu'on aura trouvé en allant de *A* vers *B*.

On établira la boussole au point *B*, en dirigeant sa visière selon la direction du chemin *BC;* si entre la gauche

gauche de l'aiguille aimantée & le chemin, il y a 16 degrés, on les écrira sur le brouillon, entre la ligne représentant l'aiguille & le chemin *BC;* on mesurera la longueur du chemin *BC*, si on la trouve de 560 mètres, on les écrira sur le brouillon, entre le point *B* & le point *C*, & en allant de l'un à l'autre, on y figurera tout ce que l'on verra de part & d'autre du chemin.

On établira la boussole au point *C*, on alignera sa visière sur le coude *D*, où est un pont; si l'aiguille s'arrête à 49 degrés & demi, on les écrira sur le brouillon du côté où on les verra, entre la ligne représentant l'aiguille & le chemin *CD*.

Comme au point *C* aboutit un autre chemin *CF*, on mettra la visière de la boussole dans la direction de ce chemin, & si à la droite du nord de l'aiguille aimantée, il fait un angle de 72 degrés & demi, on les écrira sur le brouillon, à la droite de la ligne représentant l'aiguille, ensuite on quittera le point *C* pour aller au point *D*, en faisant mesurer la distance *CD*, qu'on suppose de 320 mètres, pour l'écrire sur le brouillon, & y figurer en même temps ce chemin, & ce qu'on y verra de part & d'autre.

Arrivé au point *D*, on y établira la boussole, en dirigeant la visière sur le milieu *E* de l'entrée de *Brienne;* si le chemin *DE* fait avec la gauche de l'aiguille aimantée une ouverture de 57 degrés, on les écrira sur le brouillon, entre ce chemin figuré & la gauche de la ligne qui représentera le nord de l'aiguille aimantée.

On fixera la visière de la boussole dans la direc-

tion de la partie supérieure du ruisseau qui passe sous le pont *D*, & ensuite dans la direction de sa partie inférieure; alors, si entre la droite du nord de l'aiguille aimantée, on trouve 42 degrés pour la première déclinaison, & qu'à sa gauche, on trouve 88 degrés pour la seconde, on écrira ces nombres de degrés de la même manière sur le brouillon, où l'on figurera le ruisseau, dont il est question; cette station finie, on fera mesurer la distance du pont *D* à l'entrée *E* de *Brienne*, & en supposant qu'elle soit de 600 mètres, on les écrira sur le brouillon où l'on aura figuré le pont *D*, le chemin *DE*, & tout ce qu'on aura vu en le suivant.

Parvenu à l'entrée *E* de *Brienne*, on y établira la boussole, mettant sa visière dans la direction de la rue qui traverse ce lieu; si, avec l'aiguille & à sa gauche, elle fait un angle de 68 degrés, on l'écrira de la même manière sur le brouillon, où après l'on représentera la figure, la situation & le nombre d'habitations, & aussi les murs & les haies qui séparent les possessions; enfin, on mesurera la rue pour en coter sa longueur sur le brouillon.

Supposons qu'on ne doive pas aller plus loin que *Brienne*, mais qu'on veuille suivre le chemin qui vient aboutir au point *C* de celui qu'on vient de lever.

Ayant déjà observé au point *C*, que le chemin *CF* fait à la droite du nord de l'aiguille aimantée, une ouverture de 72 degrés & demi, il suffit de mesurer sa distance du point *C* au point *F*; si on la trouve de 400 mètres, on les écrira sur le brouillon le long de

ce chemin qu'on y aura figuré avec tout ce qu'on y aura apperçu en se rendant au point *F*.

En continuant de la même manière de faire des stations à tous les coudes du chemin *CK*; si, par par exemple, étant au point *F*, la situation du chemin *FG*, fait avec la droite du nord de l'aiguille aimantée un angle de 68 degrés & demi, & que la longueur *FG* soit de 700 mètres; si au point *G* le chemin *GI* fait avec la droite du nord de l'aiguille une ouverture de 71 degrés; si le bord *GH* du bois fait aussi du même côté une ouverture de 163 degrés; qu'un rayon envoyé sur *Boissy* fasse pareillement du même côté un angle de 119 degrés; qu'un rayon dirigé sur le clocher de *Cailly* fasse avec la gauche de l'aiguille aimantée une ouverture de 149 degrés; qu'un rayon dans la direction du clocher de *Brienne* fasse aussi à sa gauche un angle de 85 degrés, & que la distance du point *G* au point *I*, soit de 780 mètres; si au point *I*, le chemin *IK* fait avec la droite de l'aiguille aimantée un angle de 87 degrés & demi, que le bord du bois qui aboutit au même point *I*, fasse du même côté une ouverture de 125 degrés; & enfin que de *I* en *K*, on trouve 890 mètres.

A mesure que l'on aura observé ces angles & que l'on connoîtra les distances, on les écrira sur le brouillon aux endroits qui correspondent à ceux du terrain, & en allant des uns aux autres, on y figurera ces différentes parties du chemin avec ce que l'on y appercevra, tant d'un côté que de l'autre.

(107.) Si le long des bords de la rivière qui va de *Brienne* à *Cailly*, on fait pareillement des stations, à

tous ses principaux points de détours, pour connoître la déclinaison de chacune de ses sinuosités par rapport à la droite & à la gauche de l'aiguille aimantée, & que l'on mesure en allant d'une station à l'autre, leur distance entr'elles, on aura en même temps le croquis du cours de la rivière, ainsi que le détail de tout ce qui se trouve entre les lieux que l'on a parcourus; la figure représente le croquis.

Cette manière de lever avec la boussole, de compter & d'écrire le nombre de degrés compris entre la visière & le nord de son aiguille, est très-simple, il faut seulement avoir attention de ne pas écrire d'un côté un angle qui se fait de l'autre; on n'y peut trouver que l'inconvénient de charger le croquis ou brouillon; mais en écrivant les degrés le long d'un chemin ou d'un rayon visuel, en ayant attention de faire précéder ce nombre de degrés de la lettre *d* s'ils sont à droite, ou de la lettre *g* s'ils sont à gauche de l'aiguille, & tirant des lignes très-fines, on évitera cet inconvénient.

MANIÈRE de lever le détail d'un pays, en supposant un nombre de degrés au-dessus de 180.

(108.) Pour expliquer cette autre manière de lever avec la boussole, on supposera qu'il s'agisse de commencer le détail d'un pays à la sortie de *Cailly;* ainsi étant au point *A* (*fig. 36*), on y établira la boussole, on dirigera la visière dans la direction du chemin *AL:* alors, si l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis 291 degrés & demi, on les écrira le long du chemin *AL*, que l'on figure toujours sur le brouillon pendant que

l'aiguille aimantée cherche son nord ; ensuite on ira du point *A* au point *L*, en faisant mesurer cette distance ; & si on la trouve de 920 mètres, on les écrira le long du chemin *AL* au-dessus, ou au-dessous, à droite ou à gauche des degrés qui fixent sa situation.

Arrivé au point *L*, on arrangera la visière de la boussole dans l'alignement du chemin *LM ;* si l'aiguille aimantée s'arrête à 307 degrés, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin ; on placera la visière de la boussole dans la direction du bord *LH* du bois ; dans ce cas, si l'aiguille reste immobile à 2 degrés & demi, on les écrira le long de la ligne qui représentera ce bord de bois ; on dirigera ensuite la visière de la boussole, selon le milieu du chemin *LP ;* si l'aiguille est en repos à 260 degrés, on les écrira aussi sur le brouillon le long de ce chemin ; enfin, si entre le point *L* & le point *M*, il y a 860 mètres, on les y écrira de manière qu'on ne les confonde pas avec les 307 degrés ; on écrira pareillement 670 mètres pour la distance *LP*.

Parvenu au point *M*, on y établira la boussole, dirigeant son alidade selon la situation du chemin *MN ;* si l'aiguille aimantée est tranquille à 299 degrés, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin *MN ;* & si la distance *MN* est de 340 mètres, on les cotera aussi le long du même chemin.

S'étant rendu au point *N*, on placera l'alidade de la boussole dans la direction du bord du bois ; alors, si l'aiguille ne varie plus vis-à-vis 24 degrés & demi, on les écrira le long de la ligne qui représentera ce bord de bois ; on arrangera la visière sur le milieu

du chemin *NK*, & si l'aiguille s'arrête à 317 degrés; on les cotera sur le brouillon le long de ce chemin. Si entre *N* & *K*, il y a 760 mètres, on les écrira de la même manière sur le brouillon,

Etant sur le point *K*, où aboutit aussi le chemin *KI*, on y posera la boussole, dont on dirigera d'abord l'alidade, selon la direction du chemin *KI*, supposé que l'aiguille donne 272 degrés & demi, on les écrira sur le brouillon le long de ce chemin; on dirigera son alidade sur le cours supérieur du ruisseau; si l'aiguille se fixe vis-à-vis 26 degrés, on les écrira le long de cette partie du ruisseau : on dirigera la visière selon la situation du chemin *KO;* si l'aiguille reste immobile à 302 degrés, on les cotera le long de ce chemin; on dirigera ensuite la visière de la boussole sur le cours inférieur *KR* du ruisseau, si l'aiguille est en repos à 208 degrés, & qu'entre le pont *K* & l'entrée *O* d'*Ervée*, il y ait 670 mètres, on placera ces cotes à l'endroit qui leur conviennent sur le brouillon.

Arrivé à *Ervée*, on y prendra de la même manière la déclinaison des rues; on en fera mesurer la longueur, figurant en même temps ce qu'on y verra, tant d'un côté que de l'autre; enfin, on écrira sur le brouillon leur longueur & les degrés de leur déclinaison aux endroits où cela conviendra.

Supposons qu'allant du point *L* à *Boissy* en levant ce chemin, on ait trouvé par la station faite en *L*, & comme nous l'avons déjà dit, 260 degrés pour la déclinaison du chemin *LP*, & 670 mètres pour sa longueur :

Que par la station faite au point *P*, on ait trouvé

280 degrés pour la déclinaison du chemin *PQ*, 319 degrés pour la déclinaison d'un rayon envoyé sur le clocher d'*Ervée*, 259 degrés pour la déclinaison d'un rayon envoyé sur le clocher de *Boissy*, 103 degrés pour la déclinaison d'un rayon dans la direction du clocher de *Cailly*, 247 degrés pour la déclinaison d'un rayon dirigé sur le clocher de *Brienne*; enfin qu'on ait trouvé 700 mètres pour la distance du point *P* au point *Q*:

Que par la station faite au point *Q* (où l'on doit marquer sur le brouillon, en y figurant le détail du pays, la naissance de la pente qu'on y voit), on ait trouvé 258 degrés pour la situation du chemin qui mène sur le pont *R*, & 620 mètres pour la distance de *Q* à ce pont *R*:

Que par la station faite sur le pont *R* (où l'on doit encore marquer sur le brouillon, en y figurant le détail du pays, le pont & la pente qui se voit au-delà), on ait trouvé 356 degrés pour la direction de la partie supérieure du ruisseau, 167 degrés pour la situation du cours inférieur du même ruisseau, 267 degrés pour la déclinaison du chemin *RS*; & enfin, 400 mètres pour la distance du pont *R*, à l'entrée *S* du village de *Boissy*:

Que par la station faite au point *S*, on ait trouvé 158 degrés & demi pour la déclinaison d'une des rues de *Boissy*, 287 degrés & demi pour la situation de l'autre, & que l'on ait mesuré leur longueur.

On écrira à mesure qu'on opérera, ces différentes déclinaisons & ces distances sur le brouillon, comme elles le sont le long du chemin *AO* & du chemin *LS*.

AUTRE manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole.

(109.) Si de la même manière, on suit l'un & l'autre bord de la rivière qui coule de *Cailly* vers *Boissy*, pour y observer la déclinaison de chacune de ses sinuosités ; que l'on prenne, avec soin, la distance d'un point de station à l'autre, & enfin qu'on écrive toutes ces choses à mesure sur le brouillon aux endroits convenables; on aura après cela le cours de cette partie de la rivière supposée entre *Cailly* & *Boissy*.

Cette manière de lever avec la boussole, de compter & d'écrire les degrés donnés par l'aiguille aimantée, & de coter les distances, ne charge pas un brouillon. Il est également aisé d'en faire le rapport sur le papier, ainsi qu'on le verra, après que nous aurons rapporté le brouillon levé, en suivant la première manière de faire usage de la boussole.

REMARQUE sur les cotes des brouillons.

(110.) Soit qu'on examine de quel côté de l'aiguille aimantée, sont les déclinaisons des chemins, des rivières, des lisières de bois, des rayons visuels dirigés avec la boussole sur différens objets, &c.; soit que l'on compte d'une autre manière le nombre des degrés où s'arrête l'aiguille; ces quantités, & les distances entre les stations successives, écrites sur un brouillon, y causent souvent, ou de la confusion, ou de l'embarras; on remédie à cet inconvénient, en écrivant dans un certain ordre toutes ces quantités sur un registre, où par des titres & par

des lettres de renvoi, on indique à quelle partie du brouillon appartiennent ces déclinaisons & ces mesures.

EXEMPLE :

Supposons que l'on suive le chemin qui va de *Cailly* à *Brienne*, & que l'on établisse la boussole au point *A* (*fig. 36*), on écrit sur le registre 69 degrés, que l'on voit vis-à-vis l'aiguille aimantée, pour la déclinaison du chemin *AL*, située à droite de cette aiguille, 27 degrés & demi pour la déclinaison du chemin *AB* qui est à gauche de l'aiguille, 42 degrés pour le rayon visuel dirigé sur le clocher de *Brienne*, 140 degrés pour la direction du clocher de *Cailly*, qui, comme le précédent, est à l'occident de l'aiguille; enfin vis-à-vis, les nombres de degrés 69 & 27 & demi, on écrit dans l'alignement du premier 920 mètres, & dans l'alignement du second 400 mètres que l'on aura pour la longueur de la portion *AL*, & de la portion *AB* des chemins qui vont l'un à *Ervée* & l'autre à *Brienne*.

On ira ensuite aux points *B*, *C*, *D*, *E*, où l'on fera la même chose, sans qu'il soit nécessaire de mettre des lettres de renvoi à chaque point de station, comme on l'a fait ici pour plus d'intelligence; on en mettra seulement à l'endroit d'où l'on partira, & à celui où l'on terminera un certain nombre de stations successives.

MANIÈRE de rapporter sur le papier les brouillons du détail d'un pays levé avec la boussole.

(111.) Il faut, avant toutes choses, tracer sur le papier la ligne du nord de l'aiguille aimantée. Pour que l'on ne soit pas embarrassé à cet égard, voici

comment on l'observe sur le terrain, & comment on la rapporte sur le papier.

MANIÈRE d'observer la direction de l'aiguille aimantée, & de la tracer sur le papier.

(112.) Lorsqu'on est sur le terrain, on met l'alidade de la boussole dans l'alignement de deux des objets dont la position a été déterminée, en suivant ce qui est dit ci-dessus; là, on voit combien il y a de degrés entre l'aiguille aimantée & cet alignement.

Sur le papier, on fait un pareil angle, & du même côté avec l'alignement correspondant à celui du terrain, & on y a la ligne du nord de l'aiguille aimantée, dont on distingue le bout qui répond au septentrion d'avec celui qui répond au midi.

COMMENT on rapporte les brouillons où l'on a distingué de quel côté de l'aiguille aimantée s'est trouvée la déclinaison.

(113.) En supposant que la *figure 36* représente le pays dont il s'agissoit de lever le détail, qu'elle est en même temps le brouillon qu'on en a fait et que l'on veut rapporter sur le papier, où, d'après des distances déterminées, comme on l'a enseigné dans la première partie, on a placé *Cailly*, *Brienne*, *Ervée* & *Boissy*.

La ligne du nord de l'aiguille étant tracée sur le papier (*fig. 37*), on lui menera une parallèle par le point du clocher de *Cailly*, & une autre par le point du clocher de *Brienne;* cela fait, on posera le centre du rapporteur sur le point du clocher de *Cailly*, &

son diamètre sur la ligne du nord de l'aiguille passant par ce lieu ; on mettra un petit trait fin vis-à-vis 140 degrés comptés à gauche, parce qu'ils sont écrits de ce côté-là, au point *A* sur le brouillon, pour la déclinaison du rayon qui a été envoyé de ce point *A* sur le clocher de *Cailly :* par ce trait, & par le lieu de ce clocher, on tirera légérement une ligne, dont le prolongement contiendra nécessairement le point *a* correspondant au point *A* pris sur le terrain.

On posera le diamètre du rapporteur sur la ligne du nord de l'aiguille passant par le clocher de *Brientne*, & son centre sur ce point ; on mettra un petit trait vis-à-vis 42 degrés comptés à gauche, comme ils sont écrits sur le brouillon au point *A* pour la déclinaison du rayon, qui delà a été dirigé sur ce clocher ; par ce trait, & par le point de *Brienne*, on tirera une ligne fine du côté de *A*, qui contiendra aussi son correspondant, &, où cette ligne rencontrera la précédente, on aura sur le papier le point *a* qui représentera celui *A* du terrain.

Par le point *a* qu'on vient de placer sur la minute, on menera une parallèle à la direction de l'aiguille aimantée ; on posera le diametre du rapporteur sur cette ligne, & son centre à ce point *a ;* & comme on voit sur le brouillon que le chemin *AB* fait avec la gauche du nord de l'aiguille, un angle de 27 degrés & demi, on mettra un petit trait vis-à-vis ce nombre de degrés pris du même côté sur le limbe du rapporteur ; par le point *a*, & par ce trait, on menera une ligne vers *B*, on y portera 400 mètres de l'échelle de la carte, comme elles sont cotées sur le brouillon, & on

aura sur la minute le point *b* qui correspondra au point *B* du terrain ; alors, entre le point *a* & le point *b*, on figurera le chemin *AB*, & tout ce qu'on y aura vu en le suivant.

Le point *B* établi, on y fera passer une ligne du nord de l'aiguille ; on accordera à ce point le centre du rapporteur & son diamètre avec cette ligne ; &, puisque selon le brouillon le chemin *BC* fait avec la gauche de l'aiguille un angle de 16 degrés, on les comptera du même côté sur le rapporteur ; par le petit trait, placé à cet endroit & par le point *b*, on tracera une ligne du côté de *C*, à laquelle on donnera 560 mètres pris sur l'échelle, & que l'on voit cotés sur le brouillon, ce qui donnera sur la minute du détail le point *c*, qui répondra au point *C* du terrain ; ensorte qu'entre *b* & *c*, on pourra figurer le chemin *BC*, & tout ce qu'on aura mis sur le brouillon en allant de *B* à *C*.

Par le point *c*, on fera passer une parallèle à la ligne du nord de l'aiguille, sur laquelle on accordera le diamètre du rapporteur & son centre avec ce point ; on mettra un petit trait vis-à-vis 49 degrés & demi, comptés à gauche, comme ils sont écrits sur le brouillon ; par le point *C* & par ce trait, & du côté de *D*, on tirera une ligne que l'on fera de 320 mètres, & on aura le point *d*, ensorte qu'on pourra figurer le chemin *CD*, avec tout ce qu'on aura remarqué en allant de *C* en *D*.

Par le point *d*, on menera une parallèle à la direction de l'aiguille aimantée, sur laquelle on accordera le diamètre du rapporteur, de manière que son cen-

tre convienne avec le point *d;* on mettra un petit trait vis-à-vis 42 degrés comptés à droite; comme cela est indiqué sur le brouillon, par *d* & par ce petit trait, on aura la situation de la partie supérieure du ruisseau. On mettra un trait à 88 degrés comptés à gauche, & dans l'alignement du point *d* à ce trait, on aura le cours inférieur de ce ruisseau; enfin, on mettra un autre petit trait vis-à-vis 57 degrés comptés aussi à gauche; par le point *d* & par ce trait, on tirera une ligne que l'on fera de 660 mètres, & on aura l'entrée *e* de *Brienne.* Au point *d*, on figurera le pont que l'on voit sur le brouillon; on figurera pareillement sur la minute, le cours haut & bas du ruisseau avec les pentes entre lesquelles il coule : on y figurera enfin le chemin *DE*, & tout ce qu'on aura remarqué sur le terrain, en allant du pont *D* à *Brienne.*

Par le point *e*, qu'on vient d'établir, on fera passer une ligne parallèle à celle du nord de l'aiguille, on y ajustera le diamètre du rapporteur, dont le centre sera au point *e*, comme on le voit sur le brouillon, on mettra un petit trait à gauche, vis-à-vis 68 degrés, afin d'avoir la situation de la rue de *Brienne*, que l'on fera de la longueur dont elle sera cotée; on en figurera les maisons, & généralement tout ce que contiendra le brouillon de ce lieu.

Pour rapporter sur la minute le chemin *CFGIK*, on se conduira, comme nous venons de l'enseigner; afin d'y réussir, il s'agit seulement de ne se pas tromper en lisant le brouillon; nous supposerons donc qu'on a fait tout ce qui est indiqué, & qu'on a le che-

min *cfgik*, qui représente celui qu'on a levé sur le terrain.

On va voir comment on vérifie & on redresse un détail, quand on y voit des erreurs, en les rapportant sur le papier.

COMMENT se fait la vérification & la correction d'un détail.

(114.) La vérification d'un détail de pays, que l'on rapporte sur le papier, ne peut se faire qu'aux points de station, où l'on a des rayons dirigés sur des objets dont la position a été déterminée par les distances calculées : c'est sur ces objets que l'on peut vraiment compter pour découvrir s'il ne s'est pas glissé d'erreurs en levant le détail, ou en le rapportant ; ainsi ce doit donc être aux points *G* (*fig. 36*) & *g* (*fig. 37*), d'où l'on a vu *Boissy*, *Cailly* & *Brienne* qu'il convient d'examiner si le travail est exact.

Pour cela, on posera le centre du rapporteur sur le point *g*, & son diamètre le long de la ligne du nord de l'aiguille aimantée ; 1.° on mettra un petit trait vis-à-vis 119 degrés comptés à droite, & la ligne que l'on fera passer par ce trait & par le point *g*, doit contenir le point du clocher de *Boissy ;* 2.° on mettra un petit trait vis-à-vis 149 degrés comptés à gauche, la ligne qui y passera en partant du point *g*, doit contenir le clocher de *Cailly ;* 3.° on mettra un petit trait vis-à-vis 85 degrés, comptés aussi à gauche : la ligne qui passera par *g* & par ce trait, doit également contenir le clocher de *Brienne ;* car c'est ce que l'on voit

écrit sur le brouillon ; & s'il en est ainsi, le détail est exact jusqu'au point *G* ou *g*.

Imaginons qu'il en est autrement, c'est-à-dire, que les lignes menées du point *g*, par ces traits, ne passent pas par les clochers sur lesquels elles ont été dirigées, & que la position de ces clochers est de côté à l'égard de ces rayons visuels. Dans ce cas, il faut rectifier le détail : voici comme cela se fait, on tirera d'abord par chacun de ces clochers une parallèle à la ligne du nord de l'aiguille aimantée, ensuite on posera le rapporteur au point du clocher de *Boissy;* par ce point & par un trait mis vis-à-vis 119 degrés, comptés à droite, on tirera une ligne du côté de *G*, qui contiendra incontestablement son correspondant *g*.

Ensuite on arrangera le rapporteur au point du clocher de *Cailly;* par ce point & par un trait placé vis-à-vis 149 degrés, comptés à gauche, on menera une ligne du côté de *G*, qui contiendra pareillement son correspondant *g*.

Après on accordera le rapporteur au point du clocher de *Brienne;* par ce point & par un trait posé vis-à-vis 85 degrés, comptés à gauche, on menera aussi une ligne du côté de *G*, qui contiendra nécessairement son correspondant *g;* & ce point sera au concours de ces trois lignes, ce qui est évident.

Le point *g* étant ainsi exactement placé sur la minute du détail, on en continuera le rapport, comme on l'a fait voir, & on aura la minute entière du brouillon fait sur le terrain, entre *A* & *E* & entre *C* & *K*.

C'est ainsi que l'on rapporte les brouillons, où l'on a examiné de quel côté de l'aiguille s'est trouvé situé l'alignement.

Voici encore une manière de rapporter ces sortes de brouillons.

AUTRE manière de rapporter les brouillons, où l'on a examiné de quel côté de l'aiguille aimantée se sont faits les angles.

(115.) Pour donner une idée de la méthode que nous proposons, nous rapporterons le cours de la rivière qui va de *Brienne* à *Cailly*, d'après les stations & les distances que nous avons mesurées, & telles qu'elles sont cotées sur le brouillon (*fig. 36*).

1.° Il faut placer sur la minute le pont *t* qui représentera celui *T* du terrain; pour cela, on voit au pont *T* du brouillon, 44 degrés à droite pour la déclinaison du rayon envoyé sur le clocher de *Cailly*, & 34 degrés à gauche pour la déclinaison du rayon visuel dirigé sur le clocher de *Brienne;* on pourra donc établir le pont *t*, comme on a établi le point *a;*

2.° Il faut numéroter les opérations dans l'ordre successif où on les a faites, & de la même manière les distances qui sont entr'elles; mais de façon qu'on ne puisse prendre les numéros que pour ce qu'ils sont, ainsi qu'on le voit sur le brouillon du cours de la rivière qu'il s'agit de rapporter sur la minute : cela fait, il faut,

3.° Ajuster le rapporteur au point *t*, & alors mettre un petit trait vis-à-vis 32 degrés comptés à gauche, & le coter du numéro (2) affecté à cette ouverture

ture d'angle; mettre un petit trait vis-à-vis 93 degrés pris pareillement à gauche, & lui donner le numéro (3) attribué à cette seconde opération; mettre un petit trait vis-à-vis 23 degrés comptés à droite, & lui donner le numéro (4), qui désigne cette troisième station; mettre de même un petit trait à 60 degrés pris à gauche, & le coter, ainsi que cette quatrième opération, du numéro (5); mettre un petit trait à 36 degrés comptés aussi à gauche, & le marquer du numéro (6) porté à cette cinquième station; & enfin continuer de la sorte, jusqu'à ce qu'on ait compris dans cette seule opération, une certaine quantité des opérations faites sur le terrain, afin de poser le rapporteur moins souvent sur le papier.

Par le point *t* & par le trait numéroté (2), on tirera une ligne que l'on fera depuis *t* de 580 mètres, & on aura le point *v* qui correspondra au point *V* du terrain.

Par le point *v*, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *t* & par le trait numéroté (3); depuis *v*, on y portera 410 mètres, & on aura le point *x* qui correspondra au point *X* du terrain.

Par le point *x*, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *t* & par le trait numéroté (4); depuis *x*, on y portera 520 mètres, & l'on aura le point *y* correspondant au point *Y* du terrain.

Par le point *y*, on tirera une parallèle à la ligne qui passeroit par le point *t* & par le trait numéroté (5); on y portera depuis *y*, 340 mètres, & on aura le point *z* correspondant au point *Z* du terrain.

Par le point *z*, on tirera une parallèle à la ligne

qui passeroit par le point *t* & par le trait coté (6); depuis *z*, on y portera 350 mètres & l'on aura le point *&* qui répondra au point *&* du terrain.

Cela fait, on figurera de *t* en *u*, de *u* en *x*, de *x* en *y*, de *y* en *z*, & de *z* en *&*, le cours de la rivière, tel qu'il est entre les points correspondans *T*, *V*, *X*, *Y*, *Z*, *&*, du terrain ou du brouillon, & l'on aura enfin la minute de tout ce qui a été levé, en faisant usage de la boussole, selon la méthode expliquée précédemment.

De cette manière, on peut sur un papier à part rapporter différentes parties d'un brouillon, comme le suppose la figure, & ensuite les piquer sur la minute du travail.

COMMENT on rapporte les brouillons levés avec la Boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite d'un alignement & la gauche de l'aiguille aimantée.

(116.) Par les opérations supposées faites sur le terrain, nous avons non-seulement la longueur de chaque partie des chemins *ALMNKO*, *LPQRS*, mais encore leur déclinaison par le nombre de degrés où l'aiguille aimantée s'est arrêtée, tandis que la visière de la boussole étoit dans leur direction; on sait que ces degrés & la distance qui y répond sont écrits l'un sous l'autre sur le brouillon, & de manière à ne s'y pas tromper.

Pour rapporter ce brouillon, d'après les cotes qu'on y voit, on posera le rapporteur au point *a* qui cor-

respond à celui *A* du terrain ; on tournera cet instrument sur son centre, jusqu'à ce que le nombre 291 degrés $\frac{1}{2}$ se trouve confondu avec la ligne du nord de l'aiguille aimantée, alors le diamètre du rapporteur sera situé comme l'étoit l'alidade de la boussole ; ainsi en menant une ligne le long du diamètre du rapporteur, prolongée, s'il le faut, du côté de *L*, on aura incontestablement sur la minute la situation du chemin *AL* ; du point *a*, on portera sur cette ligne 920 mètres, comme il est écrit sur le brouillon, & l'on aura le point *l* qui correspondra au point *L*, desorte qu'on pourra figurer le chemin, & tout ce qui est sur le brouillon entre *A* & *L*.

On posera le centre du rapporteur au point *l*, de manière que 2 degrés & demi qu'on voit sur le brouillon, répondent à la ligne du nord de l'aiguille ; cela étant, on tirera une ligne le long de son diamètre, du côté de *H*, & on aura sur la minute le bord *lh* du bois. Le centre du rapporteur restant en *l*, on tournera cet instrument, jusqu'à ce que 307 degrés soient d'accord avec la ligne du nord de l'aiguille ; alors le long du diamètre du rapporteur, & du côté de *M*, on tirera une ligne que l'on fera de 860 mètres, ainsi que tout cela est indiqué sur le brouillon ; &, entre les points *l*, *m*, on figurera tout ce qu'on voit entre *L*, *M* qu'ils représentent. Le centre du rapporteur restant encore au point *l*, & le nombre 260 degrés répondant à la ligne du nord de l'aiguille, le long de son diamètre, & du côté de *P*, on tirera une ligne où l'on portera 670 mètres, & on aura le point *p*. Par conséquent, on sera en état de figurer sur la

minute le chemin *LP*, avec tout ce que l'on voit sur le brouillon le long de ce chemin.

Nous en avons dit assez pour que l'on puisse rapporter de la même manière le reste du brouillon supposé ; ainsi, nous imaginerons que les points *m*, *n*, *k*, *o*, & les points *p*, *q*, *r*, *s*, ont été de cette manière établis sur la minute.

Les opérations que l'on vient de rapporter & celles qui le seront de même, sont entièrement conformes à ce qui a été fait sur le terrain, puisque, comme on l'a dit, le diamètre du rapporteur peut être regardé ou pris pour la visière de la boussole, & qu'on lui fait faire avec la ligne du nord de l'aiguille (que l'on peut aussi prendre pour cette aiguille) l'ouverture remarqué sur le terrain.

(117.) Quand on rapporte un brouillon de cette manière, on est obligé de faire passer une ligne du nord de l'aiguille, par tous les points de station, & d'y accorder le rapporteur selon les degrés qui déterminent les différentes déclinaisons des rayons visuels. Tout cela exige un temps assez considérable ; mais, par la méthode qui suit, il suffit d'établir le rapporteur à quelques points de la station, pour rapporter les opérations qu'on a faites sur le terrain à beaucoup d'autres : nous l'employerons pour avoir sur la minute le chemin *LPQRS*.

MÉTHODE pour rapporter à la fois plusieurs opérations faites & marquées sur le brouillon du détail d'un pays levé avec la Boussole, en comptant tous les degrés compris entre la droite du rayon & la gauche de l'aiguille aimantée.

(118.) Pour faire usage de cette méthode, il faut avoir un rapporteur, dont les nombres de dix en dix soient marqués dans un sens contraire à celui où sont écrits ces mêmes nombres sur le cercle de la boussole; on fait convenir le diamètre de ce rapporteur avec la ligne du nord de l'aiguille, avec cette seule attention, que le nombre 360 degrés doit être mis au midi de cette ligne : le rapporteur étant posé de la sorte, c'est toujours de l'extrêmité inférieure de son diamètre, ou de 360 degrés, situés à l'opposition du nord, qu'il faut compter sur son limbe, & sur le cercle gradué à rebours de celui de la boussole, les degrés de déclinaison qu'on verra écrits sur le brouillon; on comprend sans peine que cela ne peut apporter aucun changement, puisqu'en comptant les degrés de cette façon, on fait les angles opposés égaux.

Afin que l'on puisse bien concevoir cette méthode, faisons en usage, en rapportant le chemin qui va du point *L* à *Boissy* (*fig. 36*).

Pour cela il faut, 1.° numéroter tous les rayons visuels dans l'ordre où l'on a successivement observé leur déclinaison, mais de façon qu'on ne puisse s'y méprendre, & comme on le voit sur le brouillon entre le point *L* & *Boissy;*

2.° Il faut accorder le centre du rapporteur avec le

point *l* (*fig.* 37), & son diamètre avec la ligne du nord de l'aiguille, ayant attention de mettre le nombre 360 degrés au midi, & le tenir immobile dans cette situation ;

3.° Il faut mettre un petit trait vis-à-vis 260 degrés, & lui donner le numéro (1), qui désigne cette première déclinaison ; mettre un petit trait vis-à-vis 247 degrés, & le coter (2), affecté à cette déclinaison ; mettre un petit trait vis-à-vis 319 degrés, & le coter du numéro (3), ainsi que cette déclinaison ; enfin, on mettra un trait à 259 degrés, un autre à 103 degrés, un à 280 degrés, un à 258 degrés, un à 356 degrés, un à 167 degrés, un à 267 degrés, un à 158 degrés & demi, un à 287 degrés & demi, & les coter à mesure des numéros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, qui auront été affectés à ces déclinaisons ;

4.° Après cela, par le point *l* & par le trait numéroté (1), on tirera une ligne du côté de *P*, que l'on fera de 670 mètres, & on aura son correspondant *p*.

Par le point *p*, on tirera du côté convenable une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *l* & par le trait côté (2), & sur cette ligne doit se trouver le clocher de *Brienne*.

Par le point *p*, on tirera du côté qui convient une ligne parallèle à celle qui passeroit par le point *l* & par le trait côté (3), & sur cette ligne doit se trouver le clocher d'*Ervée*.

Par le point *p*, & parallélement à la ligne qui passeroit par le point *l* & par le trait côté (4), on tirera une ligne qui doit contenir le clocher de *Boissy*.

Par le point *p*, & parallélement à *l* coté (5), on

tirera une ligne qui doit passer par le clocher de *Cailly*. Il faut que chacune de ces lignes contienne le lieu sur lequel elle a été dirigée ; alors on ne peut douter que ce point *p* est exactement établi sur la minute : s'il arrive que ces rayons visuels ne passent pas par les points déterminés sur le papier, on corrigera ce défaut, comme on l'a enseigné ci-devant.

Par le point *p* encore, on tirera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* & par le trait coté (6), on lui donnera 700 mètres de longueur, & on aura le point *q*.

Par le point *q*, on menera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* & par le trait numéroté (7) ; on y portera depuis *q*, 620 mètres pour avoir la position du point *r*.

Par le point *r*, on menera une ligne parallèle à celle qui passeroit par *l* & par le trait coté (8); suivant cette ligne, on aura le cours supérieur du ruisseau.

Par le point *r* aussi, on menera une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* & par le trait numéroté (9); suivant cette parallèle, on aura le cours inférieur du même ruisseau.

Par le point *r*, on menera encore, toujours du côté convenable, une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* & par le trait coté (10); depuis *r*, on y portera 400 mètres, & on aura le point *s* qui correspondra au point *S* du terrain.

Par le point *s*, on menera une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* & par le trait coté (11) ; on menera aussi une parallèle à la ligne qui passeroit par *l* &

par le trait numéroté (12) ; & on aura la situation des rues de *Boissy*, qui correspondent à ces déclinaisons.

Enfin, on continueroit de la sorte, si on avoit compris dans cette seule opération un plus grand nombre de celles qu'on auroit faites sur le terrain.

Cela étant fait, entre *l* & *p*, entre *p* & *q*, entre *q* & *r*, entre *r* & *s*, on figurera ce qui est sur le brouillon entre les points auxquels ceux-ci répondent; par conséquent on aura sur la minute le chemin *L S*, le pont *R*, le cours supérieur & inférieur du ruisseau qui passe sous ce pont, les pentes entre lesquelles il coule; enfin, selon la direction de chacune des rues de *Boissy*, & entre les points qui en détermineront la longueur, on figurera les maisons, les murs, les haies & tous les autres objets qui composeront ce lieu : après cela, on aura la minute du pays supposé, dont le détail aura été levé avec la boussole de l'une & de l'autre manière expliquée.

COMMENT on rapporte les opérations de la Boussole, à mesure que l'on s'en sert sur le terrain.

(119.) Lorsque l'on attend à rapporter dans le cabinet ce que l'on a fait sur le terrain avec la boussole, on s'expose à y découvrir, & toujours trop tard, que l'on s'est trompé dans l'ouverture des angles ou dans les longueurs; il est plus sûr d'exécuter à mesure sur le papier la même opération que l'on vient de faire avec la boussole. Pour cet effet, on porte avec soi un morceau de carton, sur lequel on pose un papier couvert de lignes droites, parallèles,

& à distances égales les unes des autres ; on se sert de ces lignes qui représentent la direction de l'aiguille aimantée, pour faire le rapport de chaque opération : comme ces parallèles sont tirées à volonté, & qu'il est très-rare qu'elles passent par les points de station, on s'en sert comme si elles y passoient ; on met le centre du rapporteur sur le point de station ; on fixe son diamètre parallélement à la méridienne magnétique la plus prochaine, en comprenant de part & d'autre de cette ligne le même nombre de degrés, comptés sur le limbe du rapporteur : cet instrument, ainsi placé sur le papier, on met un petit trait vis-à-vis le nombre de degrés qu'indique l'aiguille aimantée ; par le point de station & par ce trait, on tire une ligne ; on a alors la direction, ou d'un chemin, ou d'une rivière, ou d'un canal, ou, &c. C'est ainsi que l'on rapporte & que l'on figure à mesure sur le terrain, ce que l'on lève avec la boussole, de manière que si on se trompe, on est sur les lieux pour s'en appercevoir, & pour se corriger.

AVERTISSEMENT sur la levée du détail d'une Carte.

(120.) Ceux qui lèvent le détail d'un pays, sans avoir une connoissance suffisante de la trigonométrie théorique & pratique, se persuadent qu'ils ne doivent point trouver de différence entre les points de leur travail & les points du canevas : l'attention & la précision qu'ils ont à suivre le détail, leur fait communément penser que leurs opérations décident immuablement les principaux lieux du pays ; si cela étoit, se donneroit-on le soin d'observer des ouvertures d'an-

gles, où l'on a souvent égard aux secondes, & de chercher, par le calcul, les distances entre les objets, sans négliger des parties de mètres? L'expérience fait voir qu'avec l'attention la plus scrupuleuse, on éprouve souvent qu'en mesurant les chemins qui aboutissent à trois endroits placés en triangles, ou ne se ferme pas bien exactement; c'est-à-dire, que partant d'un lieu, & y revenant par de grands détours, on ne trouve point sur le papier ce lieu sur lui-même. De-là, l'expérience apprend encore que plus on a d'espaces triangulaires à joindre les uns aux autres, plus le raccordement est difficile, & qu'on ne le fait pas sans s'écarter de l'exactitude. Pour se convaincre encore davantage que les principaux endroits d'une carte, statués par le détail, ne sont point à préférer à ceux que l'on établit géométriquement, on doit considérer; 1.° qu'outre des coudes & des détours de chemins, on trouve fréquemment des montées & des descentes peu favorables; 2.° que les mesures dont on fait usage, & le mesurage sur-tout, ont leurs petites erreurs qui se multiplient plus ou moins entre deux objets à certaine distance; 3.° que plus on est obligé de faire d'opérations, & de se détourner sur un terrain inégal, en allant d'un endroit à un autre, plus aussi on est exposé à se désorienter insensiblement, & sans s'en appercevoir, soit en opérant, soit en mesurant. De tout ce que l'on vient de dire, il faut nécessairement conclure:

Que le détail d'un pays doit se lever ou s'assujettir à des points fondamentaux déterminés géométriquement; 1.° pour avoir des distances précises; 2.° pour

corriger le détail, s'il donne des longueurs plus ou moins grandes que celles qui résulteront de l'usage de la trigonométrie; 3.° pour redresser le détail, lorsque les directions des rivières, des chemins, des avenues, &c. différeront de la situation qu'en donnent les points du canevas.

DIFFÉRENTES sortes de Boussoles en usage dans la navigation (1).

(121.) Il y a deux espèces de boussoles nécessaires dans la navigation; elles sont connues sous les noms *de compas de route* & *de compas de variation*. La première sert à déterminer la direction de la route d'un vaisseau, & l'autre à indiquer le gisement des objets, & particulièrement à observer la variation; c'est de ce dernier usage qu'elle a tiré son nom.

La partie essentielle de ces instrumens, est l'aiguille aimanté; elle doit être d'un acier bien homogène, & avoir la forme d'un petit barreau. Quelques-uns terminent ses extrêmités en les arrondissant, d'autres les font toutes quarrées; les anglais paroissent avoir généralement adopté cette dernière forme, c'est celle que l'on a toujours suivie dans toutes les boussoles marines que l'on a fait construire; on doit prendre garde que l'aiguille soit limée bien quarrément sur toutes ses faces; il faut la bien polir, ou au moins la bien adoucir, afin qu'elle soit moins susceptible de se rouiller, qu'elle devienne plus magnétique, & conserve plus long-temps cette propriété.

(1) Extrait du Guide du Navigateur.

Pour aimanter une aiguille, on peut se servir d'une pierre d'aimant bien armée, ou d'aimans artificiels; les barreaux magnétiques sont préférables à tous autres. Voici comme on en fait usage ordinairement; il faut d'abord poser l'aiguille à-peu-près dans la direction du méridien magnétique (la partie du nord de l'aiguille doit être aimantée avec la partie du sud d'un des barreaux, & la partie du sud de l'aiguille avec la partie du nord de l'autre barreau); poser ensuite l'extrêmité sud d'un des barreaux vers le milieu de l'aiguille, & l'extrêmité nord de l'autre, à côté, mais en allant vers l'extrêmité sud de l'aiguille. On tiendra les extrêmités supérieures écartées l'une de l'autre, de manière que les deux barreaux fassent un angle aigu avec l'aiguille. Dans cette situation, on les appuyera fortement contre l'aiguille, en les faisant glisser, l'un vers la partie du nord, & l'autre vers la partie du sud. Rendu aux extrêmités, on recommencera l'opération, en remettant chaque barre comme au commencement, observant de ne jamais frotter l'aiguille en sens contraire. Ayant répété la même chose dix ou douze fois sur chaque face de l'aiguille, elle sera ordinairement assez magnétique. On aimante également bien en faisant glisser en même temps les deux pôles des barreaux, dans toute la longueur de l'aiguille, en allant & venant sans cesser de frotter. Ceci a été reconnu par beaucoup de Physiciens. Comme il y a de l'acier qui prend cette propriété beaucoup plus promptement que d'autre, on croit nécessaire d'avoir une aiguille de comparaison.

Le C.^en Levêque, auteur de l'ouvrage cité, desireroit qu'ayant un grand nombre de boussoles à faire sur les mêmes dimensions, on en fasse toutes les aiguilles d'une même pesanteur, & les finir également bien. Ceci fait, on en choisiroit une qu'on aimanteroit le plus fortement possible, & on s'assureroit qu'elle auroit acquis tout le magnétisme dont elle est susceptible; en lui faisant enlever successivement différens poids, car il est probable que, toutes choses d'ailleurs égales, plus une aiguille enlevera de poids, plus elle aura de force pour se diriger & se maintenir dans la direction du méridien magnétique. Toutes les expériences concourrent à prouver que cette seconde propriété est une suite de la première, & semble devoir lui être proportionnelle quant à son intensité. On aimanteroit ensuite toutes les autres, de manière à leur faire enlever le même poids, ou à-peu-près. On ne doit pas chercher une précision rigoureuse, qui n'est pas d'ailleurs nécessaire. Quand on a rendu une aiguille au point d'enlever le poids qui doit servir de mesure à son magnétisme, il faut la retoucher de nouveau; car cette expérience lui fait perdre considérablement de sa force. Le C.^en Levêque a presque toujours reconnu que lorsque deux aiguilles avoient été soumises à cette épreuve, si l'une avoit moins de vivacité que l'autre, cela venoit d'une différence dans le poids des roses, dans le poli & dans la dureté des chapes, & très-souvent de la manière dont les pivots étoient terminés; il les a toujours rendues sensiblement égales en vivacité, en attaquant ces différens défauts. Il y a d'autres moyens pour s'assurer de la

force magnétique des aiguilles ; mais ils sont très-délicats, & on ne peut guères se flatter de les voir pratiquer communément dans la construction des boussoles.

Il n'y a jamais d'inconvénient à aimanter fortement les aiguilles des boussoles ; plus elles seront magnétiques, mieux elles se tiendront dans leur vraie direction, & plus il sera difficile de les en écarter, à moins que ce ne soit par l'approche de quelques corps ferrugineux, ou qui soient eux-mêmes magnétiques. L'usage de mettre deux compas dans un même habitacle, est, par cette raison, très-condamnable ; cette espèce d'armoire est communément trop étroite, les aiguilles y sont toujours dans la sphère d'activité l'une de l'autre, & par conséquent dans le cas de se déranger mutuellement. D'Après de Mannevlilette a reconnu, par diverses expériences, qui ont d'ailleurs été répétées par l'Académie de marine, que la sphère d'activité d'une aiguille bien aimantée, s'étend jusqu'à douze pieds. Il seroit à desirer qu'on introduisît l'usage d'avoir deux compas dans deux habitacles séparés ; l'un seroit pour l'officier de quart, & l'autre pour la timonerie : par-là l'officier seroit toujours sûr de sa route, sans être obligé de la demander continuellement, au risque souvent d'être trompé par les timoniers ; l'estime en seroit bien plus exacte, & la manœuvre se feroit avec beaucoup plus de précision.

Les navigateurs devroient se munir de barreaux magnétiques, principalement lorsqu'ils entreprennent des voyages de long cours, afin de rendre aux aiguil-

les de leurs compas le magnétisme qu'elles peuvent perdre par différentes causes.

L'orsqu'une aiguille a été limée de manière qu'étant montée, elle soit parfaitement en équilibre après être aimantée, elle perd son équilibre en s'inclinant vers le pôle voisin; c'est-à-dire, qu'elle s'incline vers le nord, si on est dans la partie du nord, & vers le sud, dans le cas contraire. Cette propriété qu'on appelle l'*inclinaison de l'aiguille aimantée*, est plus ou moins grande, selon la latitude & la longitude des lieux. Il importe beaucoup, pour la théorie du magnétisme, qu'on ait de bonnes observations de cette inclinaison dans tous les climats du globe; aussi les grands navigateurs ne manquent-ils aucune occasion de les multiplier; mais cette considération n'est d'aucune utilité pour les opérations actuelles du pilotage. On rétablit l'équilibre, en chargeant la rose du côté opposé, d'un peu de cire d'espagne, ou bien on met du côté du sud de l'aiguille, un petit curseur en cuivre, qu'on arrête au point nécessaire pour l'équilibre.

Une autre propriété commune à toutes sortes d'aiguilles magnétiques, soit qu'elles soient touchées avec le même ou avec différens aimans, est la déclinaison appellée par les marins, *variation de la boussole*. C'est la quantité dont il s'en faut que le nord du compas ne réponde exactement au nord du monde; ou autrement, c'est l'angle que la direction de l'aiguille aimantée, fait avec le méridien du lieu.

L'aiguille peut s'écarter de la vraie direction nord & sud, de deux manières : lorsqu'elle en est écartée vers l'orient, c'est-à-dire, lorsque le nord du com-

pas répond entre le vrai nord & est, la variation est dite *orientale* ou *nord-est*. Lorsque l'aiguille varie du côté de l'occident, la variation est dite *occidentale* ou *nord-ouest*.

La variation est la même dans le même lieu & dans le même temps; mais elle est différente dans le même lieu en différens temps; elle n'est pas non plus la même dans le même temps en différens lieux. Il y a des endroits où le changement annuel est très-sensible, il y en a d'autres où elle est presque demeurée la même depuis environ un siècle.

Ceci doit arriver, & arrive en effet, lorsque les boussoles sont bien construites; cependant on observe assez souvent que deux boussoles auxquelles on a donné tous ses soins, n'indiquent pas exactement la même direction, sans qu'on soit en état de connoître la cause de cette différence. Une autre singularité qui a été remarquée par M. Blondeau, c'est qu'une même aiguille donne souvent des directions différentes, selon qu'on la pose sur l'une ou l'autre face. Il en a trouvé qui donnoient jusqu'à deux degrés de différence. Il est bon de prévenir tous ces inconvéniens, & de faire ensorte que les boussoles n'en soient pas affectées. Voici le moyen qu'on doit employer pour cela; il faut faire ensorte de trouver une aiguille qui donne la même direction sur les deux faces, la monter avec soin pour en faire une boussole de comparaison. Ayant à monter une autre aiguille, il faut, avant de l'arrêter fixement sous la rose, relever un objet éloigné dans l'horizon, avec la boussole de comparaison, ensuite relever le même objet avec

celle

celle que l'on construit actuellement, & fixer l'aiguille de manière qu'elle indique le même degré que sur la boussole de comparaison. Si l'on se donne la peine de déterminer, par de bonnes observations astronomiques, le véritable azimuth du point qu'on a relevé, cela fournira un moyen d'avoir à tout moment la variation de la boussole.

La rose des vents doit être collée sur une feuille de talc; par ce moyen, elle ne sera pas sujette à se voiler, ce qui est très-important. On applique ordinairement sur le bord de la rose des compas de variation, un cercle mince d'argent ou de cuivre, de trois ou quatre lignes de largeur, & parfaitement divisé en degrés & demi-degrés, ou même en quart de degrés, suivant les dimensions de la rose. Alors le talc devient inutile, parce qu'il importe peu que la rose se voile, la partie qui contient les divisions, qui est seule essentielle dans ces compas, ne pouvant plus souffrir cette altération; d'ailleurs, la rose deviendroit trop pesante, ce qui émousseroit le pivot, & pourroit altérer le fond de la chape.

La chape (ou chapelle) doit être d'agathe, de l'espèce la plus dure & la plus homogène; elle doit être montée en cuivre ou en argent, & se visser sur l'aiguille, de manière que son fond soit un peu au-dessus de la surface supérieure de la rose, afin de lui donner plus de stabilité, ce qui est très-essentiel.

La boîte qui doit contenir la rose, peut être ronde ou quarrée; la figure ronde est la plus en usage, & nous paroît d'ailleurs préférable; elle doit être en

cuivre rouge, communément appellé *rosette*, & un peu profonde.

On préfère le cuivre rouge, parce qu'on a souvent observé que le jaune, appellé *laiton*, étoit attirable à l'aimant. Les anglois emploient un métal composé, qui a la couleur de l'or, lequel est beaucoup plus facile à travailler que la rosette pure, & n'a pas les inconvéniens du cuivre jaune.

Au fond de cette boîte & en dehors, il doit y avoir un poids de plomb, pour lui servir de lest, & la rappeller à la situation horizontale, lorsqu'elle en a été écartée par quelque secousse ou autrement. Ce plomb ne doit point être arrêté fixement à la boîte; mais doit pouvoir se mouvoir, en desserrant deux ou trois pas de vis, afin de fournir le moyen de suspendre la boîte dans une situation parfaitement horizontale.

La suspension doit être très-sensible, & par conséquent très-mobile sur les points d'appuis, qui doivent être fort au-dessus du centre de gravité de tout l'ensemble. L'intérieur de la boîte doit être peint en blanc, & on doit y tracer quatre lignes noires, qui en divisent la circonférence en quatre parties parfaitement égales. Pour plus de précision, on feroit bien d'y mettre quatre petits morceaux d'ivoire, d'environ huit ou neuf lignes de largeur, & de tracer dessus les quatre lignes, dont nous venons de parler. A l'aide de ces quatre lignes, on apperçoit facilement si le compas est bien centré, parce qu'alors elles doivent répondre deux à deux à des parties de la rose parfaitement opposées. On pourroit, à la rigueur, ne

mettre que deux lignes dans des directions opposées; mais nous croyons qu'il ne peut être que très-commode d'en mettre quatre.

On doit couvrir le tout d'un verre blanc, bien mastiqué, ou, ce qui est encore mieux, monté dans une feuillure pratiquée dans un cercle de cuivre. Un morceau de glace seroit préférable, parce que la rose paroîtroit plus naturelle, principalement à la lumière (ceci concerne les compas de route); les verres ordinaires ont le plus souvent des ondulations sur leur surface, qui, en réfléchissant irrégulièrement la lumière, offusquent la vue du timonier.

Tout ce que nous venons de dire est commun aux compas de route & aux compas de variation : ces deux instrumens doivent être également bien construits & parfaitement d'accord ensemble. On ne peut donner aucune raison solide de la différence qu'on remarque ordinairement entr'eux, dans ce qui concerne les aiguilles, la rose, la chape, la suspension & la boîte; la nécessité de l'accord parfait de ces deux instrumens, est fondée sur ce que les résultats fournis par le compas de variation doivent servir à corriger les directions indiquées par le compas de route, & il n'est pas si aisé qu'on pourroit le croire d'abord, de se procurer cette correspondance parfaite, qui est cependant si nécessaire.

Le compas de variation a de plus que les compas de route, deux pinnules pour le relévement des astres ou des objets terrestres. Il y a plusieurs manières de les construire & de les placer : nous allons expo-

ser ce que nous connoissons de plus commode & de plus exact. Ces pinnules doivent être de cinq à six pouces de hauteur, & montées sur la boîte qui contient la rose, avec des charnières, afin qu'on puisse les coucher sur le verre, lorsqu'on ne fait point usage du compas : lorsqu'on veut faire quelques observations, on les relève, & elles doivent prendre la situation verticale, à l'aide d'un petit talon parfaitement d'équerre : on les fixe dans cette position avec un petit bouton de cuivre placé derrière à cet effet. La pinnule oculaire doit avoir un verre coloré, monté dans un petit chassis, qui puisse couler dans toute sa longueur, & se fixer de lui-même par son frottement, dans quelque point qu'on veuille l'arrêter : ce verre est absolument utile, lorsqu'on observe le disque du soleil. La pinnule objective est divisée dans toute sa longueur par un fil très-fin, comme à l'ordinaire; la fente de la pinnule oculaire, & le fil de la pinnule objective doivent répondre exactement au-dessus de deux des quatre lignes noires, dont on vient de parler. On a fait exécuter de ces compas qui ont paru avoir quelques avantages sur ceux dont on fait communément usage, sur-tout à l'aide des additions suivantes. Il faut tendre un fil, de la partie supérieure d'une des pinnules à celle de l'autre; ce fil doit être un peu plus gros que celui qui divise la pinnule objective, afin qu'il puisse jetter un ombre sensible, lorsqu'on veut relever le soleil par l'ombre de ce fil sur la rose : en outre, il faudra en tendre un autre, du haut de la pinnule oculaire, au bas de la pinnule objective, & deux autres sous le

verre allant aux quatre lignes, dont il a été fait mention ci-dessus. Par ce moyen, il y a quatre fils dans un même plan vertical, & lorsqu'on met les pinnules dans le plan du vertical du soleil, ces quatre fils produisent sur la rose une seule & même ombre, passant par son centre.

(122.) On a toujours desiré de pouvoir faire seul les observations de la variation du compas, ainsi que le relèvement des objets, & c'est avec raison; car quoique deux observateurs expérimentés puissent bien s'accorder à saisir le même instant, on ne peut disconvenir que cela ne soit incommode, & que les observateurs ordinaires ne commettent de grandes erreurs par leur défaut d'accord; c'est pour cela que l'on a mis à côté, & un peu au-dessous de la pinnule oculaire, un petit bouton à grenetis; en tournant ce petit bouton, le petit index d'ivoire, qui est dans la boîte au-dessous de cette pinnule, va, par le moyen d'un ressort fort doux, frapper la bordure de la rose, laquelle se trouvant par-là appuyée par deux endroits; savoir, au centre & au point du contact avec l'index, reste fixe dans cette position : alors on a tout le loisir de compter de combien le point qui répond à l'objet, est éloigné des points cardinaux du compas. Si l'on voit quel est le degré qui répond à l'index qui est en contact avec la rose, ce sera le point opposé au gissement actuel de l'objet. Si l'on veut avoir immédiatement ce dernier point, on n'a qu'à pousser doucement vers la rose l'index qui est au-dessous de la pinnule objective, en appuyant le doigt sur une petite queue de cuivre placée à cet effet; on

verra exactement, par le contact de cet index avec la rose, quel est le vrai point du compas qui répond à l'objet qu'on a relevé.

En poussant ainsi ce dernier index, il faut aller doucement, parce qu'on pourroit pousser l'index opposé, & par conséquent remettre la rose en mouvement. Pour éviter tout inconvénient, on fera bien de mettre un doigt sur la queue de cuivre de ce dernier index, ce qui l'empêchera de reculer. Lorsqu'on a vu quel est le degré de la rose qui répond à l'objet, l'index de la pinnule objective se remet de lui-même à sa place, par l'action d'un ressort placé à cet effet. Pour remettre le compas en marche, ce qu'on ne doit jamais manquer de faire, il n'y a qu'à attirer en dehors la queue de cuivre qui tient à l'index qui est en contact avec la rose. Lorsqu'il y a une bordure en cuivre mince ou en argent pour les divisions, les Anglais sont dans l'usage de diviser la largeur de l'index qui est sous la pinnule objective, par des lignes parallèles, qui, par leur correspondance avec les divisions du cercle, indiquent les minutes; c'est précisément la même chose que le vernier des octans.

La boîte quarrée qui renferme le compas, est montée sur un pivot d'un mouvement très-facile, afin de pouvoir tourner le compas, sans communiquer de secousse à la rose. On rend aussi très-souvent la boîte extérieure fixe, & l'intérieure tourne sur un pivot de cuivre qui est au fond de la boîte; mais cela nous a paru moins commode, & tout-à-la-fois plus dispendieux. On feroit bien de monter tous les compas de variation sur un pied à trois branches, à la manière

des instrumens d'arpentage. Ceci est même déjà fort en usage en Angleterre.

Voilà à-peu-près tout ce que nous connoissons de plus exact dans cette partie de la navigation : on peut rendre la suspension des boussoles marines plus précise par différens moyens : M. Grégory, ingénieur à Londres, en a construit une d'une suspension beaucoup plus parfaite, pour l'expédition des terres australes. Il est d'une utilité indispensable que ces instrumens conservent toujours la situation horizontale. L'Académie des Sciences ayant proposé pour le prix de 1777, de *trouver la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées, de les suspendre, de s'assurer si elles sont dans le véritable méridien magnétique, afin de rendre compte de leurs variations régulières*, a partagé ce prix entre M. Van Swinden, professeur en l'université de Franeker, en Frise, & M. Coulomb, capitaine au Corps du Génie; elle a aussi accordé un prix d'encouragement à une boussole présentée par M. Magni : c'est de ces Mémoires qu'on doit attendre la correction de toutes les imperfections qui affectent encore ces instrumens.

CHAPITRE VIII.

MANIÈRE de statuer avec précision le lieu des sondes que l'on fait en mer, & de les assujettir à une côte.

(123.) IL importe pour la sûreté de la navigation, de connoître les différentes profondeurs des mers, & de savoir où sont les écueils, trois ou quatre lieues au moins avant d'y arriver, afin d'user des moyens de les éviter; car ce n'est pas quand on les aborde qu'il faut penser à s'en détourner; c'est pour cela que les sondes sont marquées sur les cartes marines. On est dans l'usage d'en déterminer le lieu en employant seulement pour cet effet la boussole, afin de les indiquer sur ces cartes à leur place respectives par rapport aux différens rumbs ou airs de vent, cette manière d'opérer ne donne qu'une approximation; tous les navigateurs conviennent que pour conserver les vaisseaux, leur équipage & leur cargaison, il est d'une extrême conséquence de connoître le lieu des écueils & les différentes profondeurs d'eau à cinq ou six lieues avant d'approcher d'une île, d'une côte, d'un port, ou, &c.

Pour statuer avec exactitude le lieu des sondes qui se font en mer, il faut se servir de la planchette; chacun la composera selon son génie, lorsqu'il en fera usage sur mer. Ce que nous avons dit de la manière d'établir le canevas d'une carte terrestre, en employant cet instrument, suffira à certaines personnes pour en

faire l'application à l'égard du lieu des sondes, en les regardant comme des points, ou comme différens objets placés sur terre; pour d'autres personnes, on va entrer dans un peu de détail.

On sait que c'est dans le temps de la basse marée que l'on sonde une mer pour en connoître la profondeur en différens endroits, que pour cela il faut des personnes intelligentes & au fait de cette opération, c'est-à-dire, des marins, ou des personnes accoutumées à la mer, & qui s'y portent toujours bien; car il ne faut pas penser que tout homme soit également bon pour cette entreprise, quelqu'habile qu'il soit d'ailleurs. Il faut, savoir saisir le temps & les momens, & demeurer, pour ainsi dire, à l'affût pendant plusieurs jours, plusieurs semaines, &c. Pour cet effet, il faut avoir des petits bâtiments pontés que l'on ancre où l'on veut, & dans lesquels on se retire; car pour peu que l'on soit éloigné de terre, on ne doit pas penser qu'il soit aisé d'y revenir tous les jours; le vent n'est pas toujours favorable, & le temps ne seroit employé inutilement qu'à faire la navette, & peu d'opérations. Ces bâtimens pontés, & fixés en certains endroits, serviront encore de points, d'où l'on pourra statuer de nouvelles sondes, en poussant ce travail aussi loin qu'il sera nécessaire, ainsi qu'on le verra par la suite.

C'est aux marins à nous apprendre sur ce sujet ce qu'il faut savoir, & ce que l'on peut faire de mieux: ce que l'on va dire n'est que pour satisfaire les personnes qui lèvent sur terre le bord d'une côte, & qui veulent établir sur leur carte le lieu des sondes que

l'on fait en mer. Trois personnes sont nécessaires pour présider & concourir chacune de leur côté à statuer le lieu où se fait une sonde; l'une de ces personnes sera dans une chaloupe en mer, dirigera les sondes, & enregistrera les différentes profondeurs d'eau que l'on trouvera, affectant la première sonde du numéro 1.er, la seconde du numéro 2, la troisième du numéro 3, la quatrième du numéro 4, &c. ainsi qu'il suit :

Première sonde.....	8 brasses.
Deuxième sonde.....	11.
Troisième sonde.....	7.
Quatrième sonde.....	5.
Cinquième sonde.....	6.

Les deux autres personnes opéreront en même temps sur terre avec une alidade à bonne lunette, à une distance suffisante entr'elles, pour servir de base proportionnée à l'éloignement de la chaloupe; elles s'aligneront fort exactement l'une sur l'autre, & dans cette situation elles fixeront leur planchette, & traceront cet alignement sur leur papier : dès que de la chaloupe on fera le signal, dont elles seront convenues d'avance pour s'entretenir réciproquement, chacune dirigera un rayon visuel sur ce signal, le tracera sur son papier & le cotera du numéro 1, si c'est la première sonde; du numéro 2, quand ce sera la seconde, & ainsi de suite, de manière que les lignes tracées sur chaque planchette soient affectées du même numéro que le lieu de la sonde où elles auront été dirigées, & que par leur rencontre (les papiers de planchettes étant assemblés, comme il conviendra),

elles donneront le lieu précis où se seront faites les sondes, & par conséquent le point où il faudra écrire la quantité des brasses que l'on verra au même numéro sur le registre des sondes; enfin, on se conduira comme dans l'exemple suivant :

(124.) Soient choisis le long d'une côte les points *A*, *B*, *C*, *D*, &c. (*fig.* 40) pour y faire des stations, ayant pour objet de déterminer & placer sur une carte les endroits où l'on mesurera la profondeur des eaux de la mer qui bordent cette côte; commencez par mesurer les distances *AB*, *BC*, *CD*, &c., ou les déterminer trigonométriquement par voie de calcul, observez les ouvertures d'angles qu'elles forment les unes avec les autres, afin d'avoir & leur longueur & leur situation respective; rapportez ces opérations sur un papier pour vous en servir sur la planchette : cela fait, & étant sur le terrain pour procéder à statuer le lieu des sondes que l'on fera en mer, la personne qui s'établira sur terre au point *A*, s'alignera scrupuleusement sur celle qui sera au point *B*, celle-là s'alignera de même sur le point *A*, de manière que les lignes *AB*, *BA* soient exactement dans la direction de la ligne ou base *AB* du terrain, & alors ces personnes fixeront chacune leur planchette qu'elles auront eu attention de mettre de niveau.

Dès que la personne qui sera en mer arborera le signal qui doit indiquer le lieu de la sonde, celles qui opéreront sur terre, dirigeront chacune, l'une du point de station *A*, l'autre du point de station *B*, un rayon visuel sur ce signal, & coteront ce rayon du numéro 1, si c'est la première sonde, tandis que

la personne en mer cotera aussi du même numéro 1, & sur son registre la profondeur de l'eau qu'il y aura en cet endroit.

Les personnes qui opéreront sur terre ayant fait connoître par un signal convenu, à celle qui sera en mer, qu'elles ont dirigé leur rayon, la chaloupe ira sonder ailleurs; & dès qu'elle fera le signal, chacune des personnes qui sont aux planchettes, enverra de son point de station *A* ou *B*, un rayon sur ce signal, & cotera ce rayon du numéro 2, si c'est la deuxième sonde, & ainsi de suite des numéros 3, 4, 5, 6, &c., quand ce sera la troisième, la quatrième, la cinquième ou sixième sonde, dont le même quantième sera pareillement écrit, comme on l'a dit, sur le registre à côté des numéros des brasses, par la personne en mer qui tiendra un état des différentes profondeurs d'eau.

OBSERVATION.

(125.) En supposant que l'on n'ait pas lié par avance les points choisis *A*, *B*, *C*, *D*, &c. à quelques objets de remarque sur terre, comme à un clocher, à un fanal, à un cap, ou, &c. Il faudra, en opérant en *A*, *B*, *C*, *D*, &c., diriger en même temps des rayons visuels sur ces objets, afin que les sondes y soient par conséquent attachées pour bien diriger la route d'un vaisseau; car c'est uniquement à la vue des côtes, & des différens objets & accidens qui les font reconnoître, que les marins peuvent reconnoître leur route.

Lorsque la personne qui sera au point de station *A*, jugera qu'elle doit le quitter, elle ira s'établir au point

C : là elle alignera parfaitement *cb* (*fig.* 41) sur *CB*, ayant mis la planchette de niveau, & la fixera : la chaloupe faisant signal, & chaque fois que cela arrivera, cet observateur & celui qui est resté au point *B*, dirigeront chacun un rayon sur ce signal, & l'accompagneront du quantième de la sonde.

L'observateur au point *B*, se trouvant à son tour dans le cas de le quitter, se portera en *D*, où il mettra la planchette de niveau, l'arrangera de manière que *dc* soit exactement dans l'alignement de *DC*, & la fixera immuablement; il continuera, ainsi que l'observateur qui est en *C*, de diriger un rayon sur le signal, chaque fois qu'il sera arboré, n'omettant pas de coter chacun de ces rayons du numéro convenable; c'est ainsi que l'on doit opérer le long d'une côte, pour avoir sur une carte marine précisément le lieu des sondes ou profondeurs d'eau.

Les observateurs doivent chacun poser le déclinatoire ou la boussole sur la planchette, & l'arranger jusqu'à ce que l'aiguille aimantée soit fixée à zéro; alors ils traceront le long de la ligne nord-sud, du côté de la boussole & sur le papier, une ligne qui sera le méridien magnétique, dont ils indiqueront les pôles, suivant l'usage ordinaire, afin d'avoir ce méridien sur leurs feuilles, pour continuer la carte des sondes, & aussi pour faire voir sa déclinaison actuelle avec le vrai méridien.

Lorsqu'on aura fait un certain nombre de stations, ou toutes celles qui conviendront; on assemblera les feuilles contenant les opérations; on mettra les mêmes points de stations, les uns sur les autres, de manière

que les bases *AB*, *BC*, *CD*, &c., qui auront été mesurées ou calculées soient les mêmes appliquées sur les mêmes points & rapportés sur le papier (*fig.* 41). Cet ensemble étant fait, on aura le lieu de chaque sonde au point de concours des rayons affectés du même numéro, desorte qu'il ne sera question ensuite que de consulter le registre pour savoir quel nombre de brasses on a trouvé à tel ou tel numéro, afin de l'écrire au point de section de ces rayons.

(126.) On déterminera de cette manière des îlots, des bancs, des rochers, des écueils, des bâtimens pontés & ancrés exprès, afin de servir de point de station pour statuer de nouvelles sondes : l'on se transportera en ceux de ces endroits que l'on choisira, ou du moins sur les bâtimens fixés & pontés, & comme si l'on étoit sur terre pour opérer & continuer d'établir le lieu des sondes, ainsi qu'on vient de le dire. Si ces îlots, ces bancs, ces rochers, &c., n'ont pû être déterminés par des intersections de rayons, on les déterminera en prenant pour base la distance des bâtimens pontés, desquels on dirigera de nouveau rayons pour avoir ces différens objets, & les sondes que l'on fera en avant.

C'est aux marins éclairés & expérimentés à nous apprendre à opérer sur mer, & à nous indiquer les instrumens nécessaires pour le faire avec précision : on peut se servir sur terre du graphomètre ou du cercle à deux lunettes, pour déterminer les endroits où l'on sonde une mer ; mais cette méthode exige que l'on observe des ouvertures d'angles, que l'on fasse des calculs, & que l'on rende ces choses sur le papier ;

ce qui n'est pas expéditif, sans compter les erreurs qui peuvent se glisser; d'ailleurs tout le monde n'est pas stilé à cette méthode qui a ses difficultés, surtout quand il s'agit de déterminer la distance des objets, à l'égard de deux lignes qui se coupent perpendiculairement.

Si on emploie en même temps plusieurs chaloupes pour sonder, & plus de deux personnes pour opérer sur terre, ou en mer sur des bâtimens pontés & ancrés servant de points de station; après avoir pris toutes les précautions convenables que l'on passe ici sous silence, les chaloupes doivent avoir chacune sa couleur de pavillon & son registre particulier.

Quant aux observateurs qui seront sur terre ou sur mer, outre leur attention à operer avec précision & à saisir les momens favorables, il faut encore qu'ils aient celle d'accompagner chaque rayon visuel, non-seulement de son quantième, mais aussi de la lettre initiale du nom et de la couleur du pavillon, afin que par ce moyen ils se ressouviennent que les rayons visuels affectés d'un tel numéro & de la lettre *B*, par exemple, ont été dirigés sur le pavillon blanc, & que c'est à la chaloupe qui le portoit à fournir le registre des sondes, ou la quantité de brasses qu'il convient d'écrire au point de concours des rayons marqués du même numéro & de la lettre *B*; que c'est à la chaloupe qui avoit pavillon rouge à fournir le nombre de brasses qui convient au point de section des rayons affectés du même numéro & de la lettre *R*; que c'est la chaloupe qui isseroit pavillon jaune ou vert à fournir le nombre de brasses qu'il conviendra

d'écrire au concours des lignes cotées du même numéro & de la lettre *J* ou *V*.

En assemblant les feuilles d'opérations, & en suivant ce qu'on a dit ci-dessus, on aura sur le papier le lieu précis d'une suite de différens endroits où l'on aura sondé, & à ces endroits (liés dans le principe avec les divers objets de la côte) on aura le nombre de brasses qu'on y aura trouvé: & ainsi on parviendra à assurer la navigation, & à instruire les pilotes, quatre ou cinq lieues d'avance, de ce qu'ils rencontreront en approchant d'une île, d'une côte, d'un port, &c., ou en s'en s'éloignant; c'est en avoir assez dit, & la *figure 40* suppléera à un plus long discours, pour que l'on juge de la précision de cette méthode.

Quoiqu'il en soit, on répétera encore que c'est aux marins, à ces hommes de mer, éclairés & expérimentés à nous servir de guides dans ces entreprises qui ont pour objet de favoriser le commerce, de contribuer à la grandeur & à la gloire des Nations, & à la conservation des vaisseaux & de leurs équipages.

CHAP. IX.

CHAPITRE IX.

MANIÈRE d'avoir par industrie l'itinéraire d'un pays, & d'en former une table fort intelligible.

(127.) NOTRE but étant de renfermer dans cet ouvrage, & selon son objet, ce qui a rapport à la guerre, nous ajoutons ici la manière de faire l'itinéraire d'un pays. C'est encore en questionnant ses habitans, & particulièrement ceux qui y font de fréquens voyages, que l'on peut en former un itinéraire qui devient nécessaire à la guerre, & dont on fait bon usage lorsqu'il s'agit de faire marcher un corps de troupes, ou les colonnes d'un armée.

Pour que les personnes questionnées ne puissent soupçonner le véritable endroit où l'on veut se rendre, on affecte avec beaucoup de prudence de vouloir être instruit d'une route tout-à-fait opposée à celle dont la connoissance est absolument nécessaire, & de prendre de semblables éclaircissemens sur plusieurs autres routes où elle est comprise; on leur fait faire la navette à diverses reprises sur ces différentes routes, pour appercevoir si ces gens-là ne se démentiront pas par ignorance, ou par malice; le remède au premier mal se fait bien sentir; pour éviter le second, on les questionne avec douceur, on les applaudit s'ils reconnoissent s'être trompés, on leur donne des marques de la confiance qu'on a en leur rapport, & on affecte d'ailleurs de les mettre dans le secret.

De toutes les connoissances que l'on acquiert de la sorte, on en fait une espèce de tableau qui représente ces routes, & sur lequel sont écrits, à la suite l'un de l'autre, les noms des lieux par où elles passent, & entre ces différens endroits, on cote par heures de chemin la distance qu'il y a de l'un à l'autre; mais la meilleure manière de faire l'itinéraire d'un pays, c'est d'en former une table, où l'on puisse voir les heures de chemin de toute une route, celles qu'on emploiera à monter ou à descendre, & le lieu & la durée de ces montées & de ces descentes.

Il est certain qu'il ne faut pas plus de temps pour aller d'un lieu à un autre que pour en revenir, quand ils sont séparés par une plaine; mais si entre ces deux endroits, il se trouve des montées ou des descentes considérables, il est presqu'impossible que ces montées & descentes soient si également proportionnées qu'il ne faille pas plus ou moins de temps pour l'aller que pour le revenir. On en trouvera un exemple dans la table ci-jointe, où nous avons supposé une route dans un pays montueux: l'explication que nous en allons faire ne laissera rien à desirer pour s'en servir, comme d'un modèle, pour indiquer d'autres routes.

EXPLICATION d'une Table d'itinéraire.

(128.) Dans cette table, une route comprend trois colonnes; la première est occupée par le nom de tous les lieux parcourus, en allant du point du départ au point d'arrivée.

La seconde colonne, qu'on a divisée en trois parties, contient dans sa partie gauche les heures de chemin qui se font en plaine; dans la partie du milieu, les heures de chemin qui se trouvent en montant; & dans la partie à droite, les heures de chemin qu'il faut faire en descendant. La totalité des heures de chemin qu'il faut pour aller d'un lieu à son voisin, se trouve dans la troisième colonne; on a distribué dans les colonnes respectives, les portions de cette totalité qui se rapportent à chacunes d'elles.

Par exemple, on voit dans la première colonne qu'on veut aller d'*Arlo* à *Bisot;* dans la seconde colonne, on voit que ce chemin se fait tout en plaine; & dans la troisième qu'il est parcouru en 1 heure 30 minutes.

On trouvera, *page* 230, la continuation de l'explication du tableau ci-joint.

ITINÉRAIRE DE LA ROUTE D'*ARLO À LA FARE*, dans laquelle on a observé le temps employé à parcourir les plaines, les montées & les descentes.

NOMS DES LIEUX.	TEMPS EMPLOYÉ À PARCOURIR les plaines.	les montées.	les descentes	TEMPS TOTAL.
	h. m.	h. m.	h. m.	h. m.
D'Arlo à Bisot.....	1. 30	0. 0	0. 0	1. 30
De Bisot à Chapelle Notre-Dame..	0. 0	2. 30	0. 0	3. 15
	0. 0	0. 0	0. 45	
De Chapelle Notre-Dame à Pont...	0. 0	0. 0	1. 15	2. 45
	1. 30	0. 0	0. 0	
De Pont à Maison rouge.....	0. 45	0. 0	0. 0	3. 15
	0. 0	2. 15	0. 0	
	0. 0	0. 0	[illegible]5	
De Maison rouge à Triel.....	0. 30	0. 0	0. 0	1. 15
	0. 0	0. 45	0. 0	
De Triel au bois d'Aunes.....	2. 15	0. 0	0. 0	4. 0
	0. 0	0. 45	0. 0	
	0. 0	0. 0	0. 30	
	0. 0	0. 30	0. 0	
Du bois d'Aunes à Évi.....	1. 15	0. 0	0. 0	4. 30
	0. 0	0. 45	0. 0	
	0. 0	0. 0	0. 30	
	0. 0	1. 30	0. 0	
	0. 30	0. 0	0. 0	
D'Évi à l'Hermitage.....	0. 0	1. 15	0. 0	1. 45
	0. 30	0. 0	0. 0	
De l'Hermitage au Cabaret.....	0. 0	0. 0	0. 45	3. 15
	0. 0	1. 15	0. 0	
	1. 15	0. 0	0. 0	
Du Cabaret à la Fare.....	0. 0	0. 45	0. 0	4. 45
	1. 30	0. 0	0. 0	
	0. 0	0. 0	1. 15	
	0. 0	1. 15	0. 0	
TOTAUX.....	11. 30	13. 30	5. 15	30. 15

Donc pour aller d'*Arlo* à *la Fare*, on a mis 30 heures 15 minutes; savoir : 11 heures 30 minutes parcourues en plaines, 13 heures 30 minutes à monter & 5 heures 15 minutes à descendre.

RETOUR DE LA *FARE À ARLO*, en observant de même le temps employé à parcourir les plaines, les montées & les descentes.

NOMS DES LIEUX.	TEMPS EMPLOYÉ À PARCOURIR les plaines.		les montées.		les descentes.		TEMPS TOTAL.
	h.	m.	h.	m.	h.	m.	h. m.
De la Fare au Cabaret	0.	0	0.	0	1.	0	
	0.	0	1.	30	0.	0	
	1.	30	0.	0	0.	0	4. 30
	0.	0	0.	0	0.	30	
Du Cabaret à l'Hermitage	1.	15	0.	0	0.	0	
	0.	0	0.	0	1.	0	3. 30
	0.	0	1.	15	0.	0	
De l'Hermitage à Évi	0.	30	0.	0	0.	0	
	0.	0	0.	0	0.	45	1. 15
D'Évi au bois d'Aunes	0.	30	0.	0	0.	0	
	0.	0	0.	0	1.	0	
	0.	0	0.	45	0.	0	4. 0
	0.	0	0.	0	0	30	
	1.	15	0.	0	0.	0	
Du bois d'Aunes à Triel	0.	0	0.	0	0.	15	
	0.	0	0.	45	0.	0	3. 45
	0.	0	0.	0	0.	30	
	2.	15	0.	0	0.	0	
De Triel à Maison rouge	0.	0	0.	0	0.	45	1. 15
	0.	30	0.	0	0.	0	
De Maison rouge à Pont	0.	0	0.	30	0.	0	
	0.	0	0.	0	2.	0	3. 15
	0.	45	0.	0	0.	0	
De Pont à Chapelle Notre-Dame	1.	30	0.	0	0.	0	
	0.	0	1.	30	0.	0	3. 0
De Chapelle Notre-Dame à Bisot	0.	0	1.	15	0.	0	
	0.	0	0.	0	1.	45	3. 0
De Bisot à Arlo	1.	30	0.	0	0.	0	1. 30
TOTAUX	11.	30	7	30	10.	0	29. 0

Donc pour revenir *de la Fare* à *Arlo*, on a mis 29 heures; savoir : 11 heures 30 minutes parcourues en plaines, 7 heures 30 minutes à monter & 10 heures à descendre.

Entre *Bisoi* & *Chapelle-notre-Dame*, on voit dans la seconde colonne qu'il faut d'abord marcher deux heures 30 minutes en montant, & 45 minutes en descendant pour arriver à *Chapelle-notre-Dame*; & dans la troisième, que l'espace total a été parcouru en 3 heures 15 minutes.

Entre le bois d'*Aunes* & *Evi*, on voit dans la seconde colonne qu'on a fait d'abord 1 heure 15 minutes en plaine, ensuite 45 minutes en montant, après, 30 minutes en descendant, après encore, 1 heure 38 minutes en montant, & enfin 30 minutes en plaine pour se rendre à *Evi*; & la troisième indique que la distance totale, entre le bois d'*Aunes* & *Evi*, a été parcouru en 4 heures 30 minutes.

Au bas de la première colonne, on a mis le total des heures de marche de toute la route, entre *Arlo* & *la Fare*; & au bas de chaque partie de la seconde colonne, on voit la somme des heures de marche qui se font en plaine, qui se font en montant, & qui se font en descendant; la troisième indique le temps total.

Il est aisé de comprendre qu'à raison de l'inégalité du terrain supposé entre la *Fare* & *Arlo*, le temps de marche d'*Arlo* à la *Fare*, pourra n'être pas le même que celui de la *Fare* à *Arlo*. C'est pour le faire mieux sentir qu'on a mis à côté de la route d'*Arlo* à la *Fare*, celle de la *Fare* à *Arlo*, dressée dans le même esprit; mais offrant des données différentes, ce qui aura nécessairement lieu, si, par exemple, la quantité des montées est plus grande en allant d'*Arlo* à la *Fare*, que de la *Fare* à *Arlo*, & réciproquement.

C'est précisément la route d'*Arlo* à la *Fare*, prise à sens inverse; toute autre explication seroit superflue.

Du figuré d'un itinéraire & de l'ordre de marche des troupes d'une armée.

(129.) Comme il est du devoir de l'ingénieur de figurer le pays par où passe une armée; de faire l'itinéraire de sa marche sur le terrain même en marchant à la tête d'une colonne, marquant à mesure les différens lieux qui se succèdent sur sa route, les montées & les descentes que l'on rencontre, les bois, les défilés, les rivières, les ruisseaux, les marais, les ponts, les gués & la nature des campagnes que cette colonne traverse; enfin les divers objets & ce qu'elle laisse sur sa droite & sur sa gauche; il est nécessaire aussi qu'il joigne au tracé de la colonne, & qu'il marque sur son plan, le nom des troupes qui composent cette colonne, en les écrivant dans le rang qu'elles tiennent en marchant; mais lorsque l'échelle du travail de cet ingénieur est si petite, qu'entre deux camps successifs, il n'y a pas assez de longueur pour y dénommer tout ce qui compose une colonne de troupes, d'une certaine force, ou quand il ne peut éviter que cela ne fasse une confusion sur son plan; le meilleur parti à prendre est d'écrire cet ordre de marche en légende.

CHAPITRE X.

RÉFLEXIONS de Dalrymple, sur les observations faites en mer avec l'Octant ou *la Boussole* (1).

(130.) L'EXPÉRIENCE a appris que pour faire un dessin exact, l'on ne pouvoit s'en rapporter aux relèvemens pris avec la boussole. Dalrymple a souvent rencontré une différence de plus de 3 degrés, non-seulement entre plusieurs boussoles, mais aussi avec la même boussole, à diverses époques. On n'a pu découvrir jusqu'à présent les causes de cet effet; plusieurs personnes qui ont eu occasion d'observer la même chose, ont assuré qu'il ne pouvoit être causé que par l'état de l'athmosphère.

Dalrymple ne prétend pas proscrire l'usage de la boussole; il arrive même quelquefois que les observations, faites avec elle, correspondent parfaitement ensemble; mais si la mer est rude, il est alors très-difficile de prendre plusieurs relèvemens avec la boussole, parce qu'il faut beaucoup de temps pour s'assurer qu'elle conserve la position horizontale. Ainsi son usage, indépendamment des autres inconvéniens, occasionne des retards; pendant ce temps les terres perdent leurs gissemens réciproques, les angles ne coïncident pas sur le croquis du plan, comme s'ils eussent été mesurés en différentes stations; de plus, les agrès & la voilure interceptent souvent la vue du

(1) Extrait, & traduit d'un ouvrage anglais, ayant pour titre : Dalrymple's, Essay on nautical Surveying. *London*, 1786. in-4.° fig.

seul endroit du vaisseau où l'on puisse avantageusement placer l'instrument.

L'octant de Hadley est préférable à la boussole, tant pour la facilité de s'en servir que pour l'exactitude dans la mesure des angles. Pour trouver la latitude, on tient l'octant en ligne droite, & on glisse l'*index* en avant jusqu'à ce que l'image solaire, vue par réflexion, touche la partie de l'horizon vue directement. Pour mesurer les angles, on tient l'instrument horizontalement, & on fait coïncider, en avançant l'*index*, l'objet vu par réflexion avec celui qui a été vu directement.

Si l'on pouvoit s'en rapporter à la boussole, les relèvemens faits avec cet instrument auroient un avantage sur les angles mesurés avec l'octant; en effet, ces relèvemens étant des angles du méridien magnétique, sont aisément transportés sur le papier, d'après la méridienne de la carte. Supposons que, d'après une station inconnue, le relèvement d'un lieu *A* soit 20 degrés nord-est, & que celui du lieu *B* soit 20 degrés nord-ouest; en ôtant les relèvemens renversés 20 degrés sud-ouest du lieu *A*, & 20 degrés sud-est de *B*, l'interception donnera la station. Comme on n'avoit que deux objets, il eût été impossible de découvrir la station, avec le secours d'aucun autre instrument, parce que tous, excepté la boussole, demandent trois points pour déterminer une station. Il est vrai que l'on peut considérer la ligne du nord de la boussole, comme un troisième point.

Toutes les observations faites avec la boussole, sont exposées à de grandes objections. Si elle est pla-

cée dans un canot, le mouvement empêche toujours de relever exactement, & les extrêmités des bas fonds & les profondeurs dans les détroits, opérations qui exigent la précision la plus minutieuse, & pour lesquelles il convient d'employer de préférence une chaloupe. L'octant peut dans ce cas lever toutes les difficultés : en effet, si l'on connoît les gissemens réciproques de trois points quelconques, la boussole devient inutile. Si l'on n'a pas les trois points nécessaires, on peut, en faisant un signal, convenu avec ceux qui font les mêmes observations, relever la chaloupe par rapport au vaisseau, & prenant l'inverse de ce relèvement, on aura celui du vaisseau par rapport à la chaloupe, d'où l'on peut regarder alors le vaisseau comme un point. On aura par ce moyen un nombre d'objets suffisans pour donner des angles qu'on mesure avec autant de facilité, & avec plus d'exactitude que si l'on s'étoit servi de la boussole.

Les relèvemens ou les angles que font des objets peu éloignés, sont incertains avec la boussole, à cause des roulis du vaisseau ; ce mouvement fait varier la position des objets très-près les uns des autres. On doit donc préférer les observations faites dans des chaloupes à l'ancre ; les erreurs sont alors moins considérables, & deviennent presque insensible si l'on préfère l'octant à la boussole.

La boussole d'eau de Wright conserve, dit-on, sa position dans un canot. Dalrymple rapporte que deux Indiens, l'un de Manille dans l'île de Luçon, & l'autre de Miaco au Japon, lui apprirent qu'au lieu de notre boussole, ils se servoient d'une aiguille magné-

tique, longue de six pouces & même davantage, attachée à une épingle dans une jatte de porcelaine de la Chine, remplie d'eau. Au fond de cette jatte, il y avoit deux lignes qui se croisoient pour indiquer les quatre vents principaux. Ils s'en rapportoient à l'habileté de leurs pilotes pour les autres divisions. D'après ces renseignemens, Dalrymple voulut essayer de suite comment une aiguille magnétique se tiendroit dans l'eau, l'expérience réussit complétement, & on ne doute nullement qu'elle ne conduise, par la suite dans la marine, à des résultats satisfaisans.

On a déjà observé qu'il n'y avoit pas d'instrument plus commode que l'octant pour mesurer les angles. On s'en sert avec une égale facilité au haut du mât, comme sur le pont; tandis qu'avec la boussole, ils sont indéterminés, & on sait qu'une légère erreur dans le relèvement d'un objet éloigné, en fait commettre de très-grandes dans sa position. Le moyen de décrire exactement l'étendue & la forme des bas fonds est de mesurer les angles, soit d'une hauteur, ou d'une colline, ou d'un mât du vaisseau.

Quoique l'octant indique les distances par la dépression de l'horizon, il ne fournit néanmoins aucune donnée pour déterminer la position des endroits. On peut cependant y parvenir, en se servant du quart-de-cercle d'arpenteur. En effet, le niveau donne une ligne parallèle à la surface de la mer, dont le zénith sera à angle droit, & l'angle de dépression de l'horizon sur les autres objets, coupera la ligne de la surface de la mer aux distances où ces objets sont placés. L'élévation perpendiculaire de l'endroit, d'où l'on a

fait les observations, servira d'échelle pour mesurer ces distances. Cette élévation sera indiquée par le baromètre. Dalrymple, n'ayant pas encore mis en pratique cette méthode, n'en parle que parce qu'il croit qu'elle peut être employée avantageusement, & pour cet effet, il conseille d'avoir une carte avec un cercle gradué, dont le diamètre sera partagé en parties égales; il servira à indiquer les lieux où doivent se trouver les objets. Cette carte ne sera pas moins utile pour déterminer l'étendue des objets, d'après leurs relèvemens & leurs distances, l'œil se trompant presque toujours en supposant l'étendue sur-tout celle des brisans plus grande que l'angle ne le permet.

Quand au lieu de l'octant, on se sert du quart-de-cercle pour mesurer les angles, cet instrument ne pouvant mesurer au-delà de 90 degrés, il est nécessaire de changer la ligne d'observation, en continuant de mesurer les angles autour du cercle entier; parce que si la somme des angles ne forme point celle de 360 degrés, elle indique une erreur dans quelques-uns des angles des objets qu'on a pris pour ligne d'observation.

Il faut avoir soin de ne jamais employer pour lignes d'observations, un objet voisin ou une pointe basse, car la différence de la réfraction de l'air, ou l'élévation & l'abaissement du vaisseau, occasionné par le flux & le reflux, ou même par le courant de la mer, changera la position de ce dernier objet, & mettra par conséquent de la confusion dans toute la chaîne des angles mesurés avec cette ligne mobile

d'observation. Dans le premier cas, le roulis du vaisseau produira le même effet.

Les meilleurs objets pour ligne d'observation sont une montagne ou une pointe, ou tout autre chose remarquable à une distance que l'on puisse distinguer en tout temps.

Après avoir parlé du quart-de-cercle, Dalrymple indique plusieurs observations utiles dans la pratique, & relatives à la construction des cartes marines.

On a très-rarement l'occasion de mesurer à terre une base assez longue pour servir à former une carte; à la vérité, on peut construire une carte suffisamment exacte au moyen d'une chaîne de triangles, calculés d'après une courte base. Cette méthode, que l'on peut également employer en mer, est préférable à toutes les observations faites à bord d'un vaisseau; elle n'est cependant pas sans inconvéniens, lorsque la côte est basse ou circulaire; elle est même impraticable, lorsque la côte est dépourvue d'objets remarquables; celles au contraire qui portent des rochers, des collines, des montagnes, qui ont beaucoup d'îles en face, &c. sont on ne peut pas plus commode pour y établir une base.

Il y a une méthode très-commode pour lever le plan du cours d'une rivière, sur-tout dans les endroits où l'on craindroit que des observations faites publiquement ne donnassent des inquiétudes : on se sert de chaînes, dont la longueur étant connue servira de bases. Une méthode semblable sert à mesurer les bancs de sable; on jète un grapin à une extrêmité du

banc, & on fait filer ce cable jusqu'à ce que le canot parvienne à l'autre extrêmité.

Le meilleur moyen de mesurer les distances marines, est le son; d'après les observations les plus exactes, on a trouvé que le son parcouroit 173 toises ou 337 mètres par secondes, ainsi en formant un pendule avec un morceau de plomb attaché à un fil, à qui l'on donneroit 9 pouces 2 lignes un huitième, ou 248 millimètres; chaque balancement sera égal à 89 toises 5 pieds, ou 175 mètres, multipliant ce nombre par celui des balancemens, depuis le moment où l'on a vu la flamme jusqu'à celui où l'on entend le bruit, on aura la distance; on remarquera que cette méthode n'est pas assez précise pour estimer de petites distances. On peut employer avec succès cette méthode, pour mesurer une base entre deux vaisseaux qui, prenant en même temps le relevèment l'un de l'autre & des mêmes objets, détermineront leur position avec la plus grande exactitude. On peut ensuite vérifier cette base, en faisant tirer les deux vaisseaux, & en comparant entr'elles les estimes de distance faites à chaque bord.

Remarque sur la propagation du Son.

(131.) La connoissance de la propagation du son si nécessaire dans plusieurs circonstances, mais particulièrement dans celle dont parle ici Dalrymple, avoit mérité depuis longtemps l'attention des physiciens; Flamsted, Halley, Derham & beaucoup d'autres, avoient fait des expériences à ce sujet, & l'on en avoit conclu que le son parcouroit environ 180 toises par seconde.

Ces expériences n'étoient point décisives, la plupart donnoient des résultats différens, & presque toutes étoient appuyées sur des distances trop courtes pour donner l'exactitude & la précision que l'on desiroit.

L'Académie des Sciences de Paris, entreprit, en 1738, d'écarter les doutes qui restoient encore sur une matière aussi importante; elle choisit une distance de 14636 toises, comprise entre la pyramide de Montmartre & la Tour de Montlhéry; Cassini, Maraldi & de la Caille furent chargés de faire cette expérience.

Cette expérience confiée à des hommes célèbres, et qui la firent avec précaution, donna les résultats suivans :

1.° Que le son parcourt uniformément 173 toises pendant une seconde de temps, au lieu de 180 que l'on admettoit auparavant; ce résultat s'est toujours trouvé le même, de jour & de nuit, par un temps serein ou par un temps pluvieux; par un temps chaud ou par un temps froid; d'où il suit que l'air seul est le véhicule du son, & que ni la lumière, ni la chaleur, ni les vapeurs répandues dans l'athmosphère, n'affectent en aucune manière le mouvement de vibration qui transmet le son.

2.° Que le vent ne retarde point la vîtesse du son, si sa direction est perpendiculaire à celle du son; que dans ce cas le son se propage, comme il arrive dans le temps le plus calme.

3.° Que si le vent soufle dans la même direction que parcourt le son, il l'accélère de sa propre vîtesse,

de sorte qu'avec un vent favorable le son parcourt 173 toises, plus la vîtesse du vent; ce seroit le contraire si le vent étoit directement opposé.

Il résulte de ces expériences que le temps le plus propre à établir une base en mer, est le temps calme, qu'il faut choisir des distances assez considérables pour qu'il s'écoule au moins 5 ou 6 secondes, entre l'instant où l'on voit la lumière & celui où l'on entend le coup de canon. Cette base étant établie par deux vaisseaux, ou par un vaisseau & sa chaloupe, tous deux à l'ancre, & bien vérifiés par des signaux répétés par chacun des deux vaisseaux, on prend ensuite les angles des objets situés à terre, & desquels on est convenu. Si l'on mesure l'angle que fait chaque objet avec le vaisseau qui est à l'extrémité de la base, & que ce dernier en fasse autant de son côté, il est évident que l'on aura une suite de triangles dans chacun desquels on connoît deux angles & un côté, & il sera facile de calculer le reste.

On voit que par une méthode aussi simple, rien ne seroit plus aisé que d'avoir des cartes bien exactes de toutes les côtes & des dangers qui les environnent, service le plus important que les marins puissent rendre à la navigation.

TROISIÈME

TROISIEME PARTIE,

MANIÈRE de construire les Cartes militaires.

ON donnera dans cette partie la manière de lever le plan d'un camp, celui des lignes & autres retranchemens ; le plan d'une tranchée, celui d'une ville & des fortifications permanentes.

CHAPITRE PREMIER.

DÉTAIL des objets qui doivent entrer dans les Cartes militaires.

(132.) On entend par carte militaire, la carte particulière d'un pays, ou d'une portion de pays, ou d'une frontière, ou des environs d'une place, d'un poste, & sur laquelle sont exprimés tous les objets qu'il est essentiel de connoître pour former & exécuter un projet de campagne. On y voit les marches qu'une armée peut faire, les lieux où elle peut camper, les divers postes qu'elle doit occuper; les défilés & leur longueur, les rivières, les ruisseaux, leur largeur, leur profondeur, les gués, la nature du fond, la hauteur des bords, les ponts, les passages, les moulins, les canaux, les étangs, les villages, les hameaux, les châteaux, les métairies & autres lieux qui sont bons à occuper; les montagnes, leur hauteur, leur pente, leurs escarpemens; les vallons, les ravins, leur largeur, leur profondeur; les fossés, les champs clos, les bois, les marais, la nature des plai-

nes, les cantons de fourrages; la distance d'un lieu à un autre, le nombre des maisons & écuries de chaque lieu, les différens chemins, leur qualité, &c. Si la carte représente quelque partie de mer, on y distingue la nature de la côte, les laisses de haute & de basse mer, de morte-eau comme de vive-eau; les sondes des anses, des baies, des rades; les dangers de toute espèce, les différentes batteries établies pour la défense des mouillages, des passes, les retranchemens, les épaulemens pratiqués dans les parties où l'ennemi peut tenter une descente; les camps, les postes qui doivent couvrir les principaux établissemens & l'intérieur du pays, &c. Tous ces détails peuvent être compris dans une carte militaire, & à l'aide d'une légende ou d'un mémoire, se faire sentir aisément; mais il y a très-peu de gens capables d'un tel travail : il n'y en a pourtant pas de plus important pour pouvoir régler & conduire les opérations d'une campagne; on ne sauroit donc former trop de sujets, pour une partie si essentielle.

L'usage des cartes militaires étoit connu des Anciens, Végece ne nous laisse aucun doute à cet égard. « Un général, dit cet auteur, doit avoir des tables » dressées avec exactitude, qui lui marquent non» seulement la distance des lieux par le nombre des » pas, mais la qualité des chemins, les routes qui » abrégent, les logemens qui s'y trouvent, les mon» tagnes & les rivières. » On assure que les plus habiles généraux, non contens de ces simples mémoires, faisoient lever les plans du théâtre de la guerre, afin de déterminer plus sûrement leur marche sur

le tableau même des lieux. On ne sait si ces plans étoient aussi parfaits que nos cartes topographiques, mais au moins devoient-ils donner beaucoup de facilité aux généraux, pour leurs opérations.

Nous avons aujourd'hui un grand nombre de cartes qui, quoiqu'elles ne contiennent pas, à beaucoup près, tous les détails nécessaires, ne laissent pas de pouvoir être très-utiles à un officier qui seroit chargé de reconnoître un pays, ou qui l'entreprendroit pour son instruction; telles sont celle de la France, dressée par des Membres de l'Académie des Sciences; celle des Pays-Bas, par Ferraris; celle du théâtre de la guerre de 1756, en Hesse & pays circonvoisins, par de la Rosiere, copiées, à Paris, par les géographes Beaurain & Julien; celles des campagnes du prince Ferdinand de Brunswick, en Westphalie, par le colonel Bawr; celle du Hundsruck, par le général Hardy; celle de la Suisse, par M. Weiss; celle de la Bohême, par le major Muller, & quantité d'autres cartes particulières de différens pays de l'Allemagne, publiées à Nuremberg, à Augsbourg, à Berlin; celles de l'Italie, par M. Bacler d'Albe; celles de la Savoie & du Piémont, publiées par Borgomio, &c.

La plupart des cartes qu'on vient d'indiquer, ayant été levées géométriquement, peuvent servir à construire des cartes militaires, en faisant d'avance des extraits des campagnes qui auront été faites dans les pays qu'elles représentent; on dessinera sur une plus grande échelle, les parties des pays qu'on devra reconnoître, en cherchant les lieux élevés pour mieux découvrir le terrain, en questionnant les gens de la

campagne, en parcourant le pays en tous sens, & en voyant par soi-même tous les objets qui méritent attention.

Lorsqu'on n'a point de cartes particulières, qu'on n'a pas le temps d'en lever, ou que l'occasion ne permet pas d'opérer, on a recours aux cartes générales.

On y prend les positions qui paroissent les mieux déterminées; on en trace les points principaux sur des feuilles séparées, & on fait une carte à vue qu'on accompagne d'un mémoire. Il n'y a point d'officier d'état-major qui ne doive savoir cette méthode, qui est on ne peut pas plus nécessaire, sur-tout en campagne.

CONNOISSANCES nécessaires pour bien établir une Carte militaire.

(133.) La connoissance généralisée d'un pays suffit pour calculer les avantages des principales positions qu'il offre à une armée, & pour déterminer d'avance celles qui répondent le mieux aux projets qu'elle peut méditer; mais quand il est question des opérations successives des troupes, de l'ouverture des marches, de l'emplacement des camps, de la sûreté des communications & de tous les objets quelconques subordonnés à la nature du terrain; c'est par des cartes militaires que l'on parvient à éclairer ses mouvemens. Ces cartes sont levées dans un plus ou moins grand détail, suivant que le temps à pû le permettre & que les circonstances l'ont exigé. Lorsque, pendant la paix, on lève le plan d'une frontière ou d'une partie de côte, à l'effet de chercher quels sont les moyens de défense que la nature particulière du local peut présenter pour pouvoir en faire l'application au besoin,

il est évident que ce travail peut & doit être exécuté dans le plus grand détail, & avec l'exactitude la plus scrupuleuse; mais lorsque dans le tumulte de la guerre, sous les yeux même de l'ennemi, il s'agit de rendre compte d'un pays où il faut tout de suite faire mouvoir, marcher, manœuvrer une nombreuse armée, l'établir dans un camp ou dans des quartiers; c'est par le moyen d'une carte figurée à vue, avec la plus grande célérité, & d'un mémoire qui instruise des choses que le dessin seul ne peut rendre intelligibles, qu'on parvient à remplir cet objet important. C'est à ce genre d'ouvrage qu'on donne particulièrement le nom *de reconnoissance militaire.* A la manière dont il est exécuté, on distingue l'intelligence & la sagacité de l'officier qui en est chargé; s'il est doué du talent de bien discerner quels éclaircissemens particuliers exige le besoin du moment, il se gardera de s'appesantir sur des détails, dont la connoissance est inutile pour concourir au but que l'on se propose, & d'employer à cela un temps d'autant plus précieux qu'il est alors limité. Une expérience, plus ou moins éclairée, l'instruit à pénétrer dans les vues du général, & son travail ne porte que sur des objets qu'il est absolument nécessaire de savoir.

Il résulte de ce que l'on vient d'avancer, qu'il y a deux espèces de cartes militaires, savoir : celles qui sont levées géométriquement & à l'aide des instrumens usités pour cela, & celles qui sont simplement faites à vue, auxquelles appartient proprement le nom *de reconnoissance.* Entre ces deux espèces, on peut cependant en considérer une troisième, qui se

rapproche plus ou moins de l'une ou de l'autre ; telle seroit une carte, dont les principaux points seroient calculés ou arrêtés à la plauchette, d'après une base exactement mesurée, & dont tout le détail auroit été rempli à vue. Ces différens genres de plans topographiques ont cela de commun, qu'ils exigent de la part des personnes qui s'en occupent, une grande facilité de figurer le terrain, laquelle ne s'acquiert que par l'usage.

Tout officier qui se destine à ce genre de travail, doit réunir aux études particulières qu'il exige, une théorie assez étendue sur la guerre, pour donner à ces talens leur juste application, & les élever à leur vrai point d'utilité. Plus, il est en état de pénétrer dans les motifs d'un général, plus ses opérations deviennent essentielles aux entreprises qu'on se propose. Il ajoute à ces figurés, plus ou moins rapides, des observations lumineuses qui développent tout ce qu'il n'a pu exprimer, & les renseignemens qu'il donne de vive voix complettent l'instruction qu'on a droit d'attendre de lui.

Celui qui ne sait que représenter un terrain, est un ouvrier mécanique, dont on ne peut interroger que les plans ; celui qui n'a que l'art de composer un mémoire, n'offre que des détails isolés, qui donnent difficilement une idée claire de l'ensemble ; il faut nécessairement la réunion de l'un & l'autre moyen pour remplir avec succès l'objet d'une reconnoissance militaire.

L'habitude de juger le terrain militairement, est le fruit de réflexions plus composées que l'on ne pense ; il faut le voir en géomètre, pour en évaluer l'éten-

due; il faut le voir en tacticien, pour y appliquer les mouvemens d'une armée, en raison des formes qu'il présente; il faut le voir en mécanicien, pour y découvrir à propos, la possibilité de créer ou d'anéantir des obstacles.

La théorie des fortifications, la science de l'artillerie, l'examen des différens ordres de position ou de mouvement, sur lesquels se forment les armées; l'analyse de leurs rapports, avec l'attaque & la défense; la combinaison des armes, des manœuvres & des circonstances : voilà les sources où l'on doit puiser pour apprendre à évaluer d'une manière aussi prompte que sûre, tout le parti que l'on peut tirer d'un terrain.

Les écrits des Xénophon, des Polibe, des César, des Végece, des Saxe, des Puisegur, des Folard, des Feuquieres & des auteurs modernes qui marchent sur leurs traces, offrent d'abondantes lumières à ceux qui veulent acquérir des connoissances militaires. L'industrie de l'homme, mise en action par les intérêts les plus grands, y fait voir & l'origine & les effets de ces ressources ingénieuses qu'elle sait joindre à la nature pour en multiplier les forces. La raison s'y trouve guidée par l'expérience de tous les temps, & elle s'approprie sans effort des vérités que la pratique ne découvre jamais, ou qu'elle achète par des erreurs sans nombre.

Il ne suit point delà que l'art de rendre compte d'un pays, exige que l'on s'appesantisse minutieusement sur les détails de toutes les parties de la guerre; on ne doit les approfondir que d'une manière relative

au besoin que l'on en peut avoir ; on les généralise & l'on en extrait, pour ainsi dire, l'esprit essentiel qui appartient à la carrière que l'on embrasse.

Ce n'est point du simple exercice des armes, ou du talent de rompre de petits corps de troupes dans tous les sens possibles que l'on s'occupera principalement ; c'est de la grande tactique ; c'est de l'art de disposer une armée & de la faire manœuvrer de la manière la plus favorable, à l'effet que l'on veut produire. On évitera avec soin l'adoption exclusive de ces systêmes, qui plient tous les terrains à leurs méthodes & à leurs organisations particulières ; on appréciera chaque *ordre de mouvement* ou *de position*, d'après ses avantages & ses inconvéniens, absolus ou relatifs, & l'on parviendra à se convaincre que le degré de supériorité qu'on peut attribuer à l'un ou à l'autre dépend du moment, du local & d'une infinité d'autres données, que l'habitude de juger fait seule saisir avec justesse ; il est nécessaire de bien connoître les différentes manières de former & de déployer les colonnes, ainsi que la composition actuelle des régimens, bataillons, escadrons, &c., & l'étendue de ces corps en bataille. C'est en s'exerçant à représenter sur le papier les mouvemens combinés de ces différentes masses, que l'on s'accoutume à tracer des tableaux exacts & intelligibles des opérations des armées.

Soit que l'on travaille, à la guerre ou pendant la paix, à faire des reconnoissances militaires, ce sont toujours les mêmes vues qui doivent diriger dans les Mémoires instructifs que l'on y joint ; on suppose en temps de paix ce qui existe quand les armées sont

rassemblées, & l'on raisonne en conséquence de ces suppositions, pour bien faire connoître toutes les ressources dont chaque lieu est susceptible. Les détails dans lesquels nous allons entrer, appartiennent donc à tous les momens, & l'on y trouvera ce que chaque circonstance particulière peut exiger.

Les eaux & les montagnes sont les objets toujours subsistans que la nature oppose à l'attaque pour favoriser la défense; l'art qui agit plus ou moins sur ces deux obstacles, dispose absolument de tous les autres.

Les moyens que présentent les Alpes & les Pyrénées pour s'y maintenir, sont fort différens de ceux que fournissent les vastes plaines de la Flandre : là des chaînes escarpées forment des murs impénétrables, dont les points accessibles sont toujours disputés au moyen de très-peu de troupes; ici les rivières & les canaux sont les principales barrières qu'une armée puisse opposer à l'ennemi. Il faut pour en empêcher le passage qu'elle calcule sa position & ses mouvemens sur l'étendue du front à défendre; sur la profondeur du lit, la largeur & l'escarpement de ses bords; sur l'épaisseur des haies & des bois adjacens; & enfin sur les stratagêmes que l'on peut employer pour lui faire prendre le change.

Ces deux manières de faire la guerre sont entièrement différentes, mais elles tiennent aux mêmes principes, & elles se réunissent plus ou moins l'une & l'autre, à l'art des fortifications pour la défense de tous les pays.

C'est donc de la connoissance la plus exacte des

lieux, où l'on doit opérer, que dépend l'exécution d'un système quelconque de mouvemens. Il faut que celui qui est chargé de reconnoître, joigne à sa carte un Mémoire sur le local, qui fasse mention de tout ce qui peut concerner les montagnes, les plaines, les rivières, les ruisseaux, les chemins, les villes, les châteaux, les moulins, &c., & qui indique les différens moyens dont on pourroit se servir pour augmenter l'avantage qu'on peut retirer de leur position, ou pour affoiblir leurs inconvéniens.

On divise ce Mémoire en autant de chapitre qu'il y a d'espèce d'objets à parcourir; on expose ensuite quels sont les camps que pourroient occuper les armées, en faisant voir avec soin leurs ressources en tout genre, & l'on finit par un état des subsistances & des autres secours que peut fournir le pays, dont on fait la description.

Comme les terrains que l'on doit reconnoître militairement en temps de paix, sont toujours sur les côtes ou sur les frontières en première & seconde lignes, on peut, à la suite d'un Mémoire local, supposer de la part de l'ennemi des entreprises sur les points qui sont les plus exposés à ses attaques. On fait valoir alors tout ce que le pays peut présenter d'obstacles, & on suit l'ennemi dans ses succès pour lui opposer à chaque pas de nouvelles difficultés. Cette manière de mettre en mouvement toutes les parties de son tableau, fait sentir la valeur des détails & récapitule de la façon la plus instructive ce que l'on a dit en traitant de tous les objets en particuliers.

DES MONTAGNES.

(134.) Lorsque l'on parlera des montagnes, on distinguera les chaînes principales qui servent d'enceinte à un pays, des différens rameaux qui en défendent ou qui en favorisent les issues; on fera connoître les hauteurs relatives de toutes leurs parties, les rochers, les bois, les vallons que l'on y rencontre; & comme c'est à la naissance des vallons que se trouvent ces cols ou ports qui facilitent les moyens de les franchir, on s'attachera à en exprimer parfaitement les détails, & à mettre sous les yeux tout ce qui peut concourir à les protéger.

Si la suite des montagnes que l'on veut décrire est assez étendue pour que l'on s'occupe d'un plan de défense, on dira comment une armée pourroit s'y établir, quelles seroient ses communications, les endroits où elle pourroit faire des abattis, sur quels points elle placeroit des redoutes, quels chemins elle auroit à détruire, & l'on exposeroit généralement toutes les ressources dont elle seroit à même de disposer pour se retrancher avec sûreté.

Le choix des positions, dans les montagnes, demande le coup-d'œil le plus militaire; la moindre faute peut devenir irréparable, quand on a en tête à un ennemi éclairé; il faut lui ôter toute possibilité de vous tourner, de vous forcer ou de vous renfermer; les obstacles seront fortement marqués, on doit les saisir avec intelligence, & joindre l'art à la nature pour les fortifier particulièrement & les lier à la ligne totale de défense.

Il sera fort essentiel encore, en imaginant le pays au pouvoir de l'ennemi, de faire connoître comment on pourroit parvenir à le traverser. Au sein des montagnes les plus escarpées, on découvre toujours quelques routes praticables, qui, au moyen d'attaques simulées sur d'autres points, peuvent servir au passage des troupes. Les guides ne remplacent jamais à cet égard les cartes & les mémoires; leur ignorance, leur imposture & leur manière de voir tout-à-fait étrangère aux rapports militaires, exposent à une infinité de dangers, dont le moindre est toujours de voir échouer ses projets.

Les montagnes qui ne sont que des plaines élevées, exigent des comptes aussi exacts & des observations peut-être plus judicieuses. Dans les premières, tout est caractérisé, la nature bien développée indique elle-même les moyens de défense; dans celle-ci, les traits beaucoup moins prononcés laissent bien plus à l'arbitraire, & la manière d'en profiter varie comme les degrés d'expérience. L'essentiel est d'exposer avec clareté tout ce qui est contenu dans les différentes masses entourées par des rivières, des ruisseaux ou d'autres obstacles, de décrire les vallons qu'elles forment, les plaines qu'elles renferment, & de bien faire connoître les rapports qui les lient les unes aux autres, & tous les défilés qui leur servent d'issues. Les avantages de chaque portion de terrain, outre sa force absolue, dépendent beaucoup de tout ce qui l'avoisine, & c'est dans le système supposé des mouvemens de l'ennemi, que l'on fait encore mieux sentir toutes ces relations.

DES EAUX.

(135.) La largeur des rivières & des ruisseaux, la rapidité, leur profondeur, leur fond vaseux ou couvert de graviers, les différentes hauteurs de leurs rives, les temps de leurs crues & les changemens de toutes ces données dans l'étendue de leurs cours: voilà les premiers objets de l'article des eaux. On détaillera avec soin les endroits où elles sont guéables, la quantité de bateaux que l'on peut y trouver, la solidité des ponts qui les traversent, les parties où l'on pourroit en jetter de nouveaux, & le genre de travaux que l'on pourroit faire pour conserver ces communications. Les villes, les villages, les châteaux, les moulins, les écluses, les bois, les haies, &c. qui appartiennent à une rivière ou à ses bords, doivent être décrits avec la plus grande exactitude, ou récapitulés avec des renvois aux articles dans lesquels il en est fait mention. La nature des lacs & des terrains marécageux, les moyens de les dessécher, s'ils en sont susceptibles, la manière d'arrêter des inondations ou de les occasionner, l'ordre des écluses dont on se sert pour naviguer sur les canaux, tous ces détails méritent, ainsi que beaucoup d'autres, la plus grande attention, & c'est à celui qui reconnoît à réunir tous les renseignemens utiles qui appartiennent à son travail.

Une carte bien levée & un mémoire qui calcule avec précision le fort & le foible de tout ce qui concerne une rivière, mettent à même de juger de ce qu'il faut faire pour en empêcher le passage; on sera

le maître cependant de supposer des entreprises sur leurs points les plus intéressans, & de s'exercer à déployer tous les efforts & toutes les ruses qu'un ennemi peut tenter contre un corps de troupes destinés à les défendre. Cette méthode d'analyser ainsi tous les obstacles, en les menaçant tous également, & en mettant en œuvre tous les moyens capables de les forcer, oblige de planer sur leur ensemble, & accoutume à voir les objets de la maniere la plus militaire.

DES VILLES.

(136.) On a environné les villes de murs pour se soustraire à des tentatives imprévues; on a élevé des remparts pour se créer des asyles contre les entreprises soutenues d'un ennemi; l'expérience a disposé leurs contours en parties saillantes & rentrantes, pour qu'elles se défendent mutuellement, & le besoin de s'opposer à de nouvelles armes a developpé les ressources d'un art qui n'a de bornes que celles du génie. Le mérite d'une simple enceinte, quand la ville est bien située, est de servir de poste & de retarder quelque temps les efforts des assaillans, pour donner le moyen de lui préparer de nouveaux obstacles. La destination d'une place de guerre est toujours la résistance d'un petit nombre d'hommes contre les attaques d'un plus grand nombre, & de couvrir par la situation une étendue déterminée de pays. C'est à celui qui fait un mémoire local & militaire, à examiner ce que l'on doit attendre de chaque ville en particulier, & si elle répond aux vues qui ont dirigé son emplacement & la construction des ouvra-

ges qui la défendent. Une juste évaluation de la bonté primitive de ses parties, ainsi que l'exposition détaillée de leur état actuel, mettent à même de juger de son degré de force réelle, & des changemens ou réparations qu'il y auroit à faire pour en augmenter la défense. On se rappellera dans ces examens, que le vrai but des fortifications est de compenser ce qui manque à quantité de bras, & l'on ne présentera point de ces projets qui supposent des armées entières pour défendre une ville de guerre. Il est inutile de se renfermer, si l'on est en état de tenir la campagne, & l'art des savantes manœuvres, du choix des positions, l'emporte de beaucoup sur l'art de hérisser la terre de bastions, & d'enchaîner des armées pour les rendre absolument passives.

DES VILLAGES.

(137.) Après avoir traité des villes & donné leur description, sans la surchager de ces détails qui sont nécessairement connus, lorsqu'elles nous appartiennent, on fera voir tout ce que les villages, les haies qui les couvrent, les murs qui entourent leurs jardins, & les grandes fermes qui s'y rencontrent peuvent présenter d'intéressant. Souvent un seul cimetière devient, par sa position, par son enceinte & par le secours de l'art un ouvrage de fortification où l'on peut se défendre avec beaucoup d'avantage. Chaque local particulier a des moyens de défense qui lui appartiennent, & qu'il faut avoir l'art d'appercevoir & le soin d'indiquer. Des chariots placés à propos, des abattis de bois bien disposés, servent

quelquefois à disputer long temps un terrain qui eût été emporté de suite.

A cet article, on ajoutera un détail complet des châteaux forts & des maisons isolées, environnées de fossés & de murs, qui sont répandus dans la campagne, & l'on mettra à portée de juger de la valeur de tous les postes de ce genre que peut offrir un pays.

DES CHEMINS.

(138.) Il ne suffit pas de présenter les difficultés de toute espèce, dont chaque lieu peut être susceptible, la connoissance exacte des communications & du temps que l'on emploie à les parcourir, est indispensable à un général pour combiner les mouvemens des troupes. On donnera donc un état circonstancié de toutes les chaussées que l'on aura reconnues, des chemins intermédiaires qui pourroient être intéressans par les points essentiels où ils conduisent, & des chemins en corniches ou en tourniquets qui se trouvent dans les montagnes. Les suites de hauteurs qui bordent une route, ont des relations avec elle qu'il est nécessaire d'exposer; il faut savoir si elle est commandée par la campagne, ou si elle la commande elle-même; enfin la largeur, les encaissemens, les pas dangereux, les réparations à faire aux ponts pour le transport de l'artillerie, sont autant de détails qu'il ne faut point omettre.

Pour faire marcher une armée d'un lieu à un autre, il n'y a souvent qu'un seul chemin, & l'on est obligé alors de reconnoître & d'ouvrir des passages aux différentes colonnes; cet inconvénient doit être prévu, &

& d'après les suppositions de marche qui seront dictées par le local lui-même, on indiquera la trace des colonnes sur lesquelles l'armée pourroit se porter. Lorsqu'il sera question sur la frontière ou sur la côte de pratiquer quelque nouvelle route, on examinera qu'elle doit être sa direction pour qu'elle réponde aux vues du commerce, sans présenter des issues trop favorables à l'ennemi, ou les moyens d'intercepter nos communications; on cherchera à la rendre la plus militaire possible, en la plaçant du côté où il seroit aisé de lui en ôter la disposition, & où l'on pourroit se l'approprier soi-même avec le plus d'avantage.

DES BOIS ET DES HAIES.

(139.) Les forêts, les bois & les haies qui couvrent la campagne, sont des obstacles trop importans pour ne pas en détailler la nature : des haies, telles que celles des ci-devant Bretagne & Normandie sont seules autant de parapets d'un excellent profil, qui peuvent servir à disputer le terrain pied-à-pied, & à ralentir singulièrement, ou même rendre impossible, la marche d'un ennemi; elles offrent en beaucoup d'endroits une suite de postes que l'on peut défendre avec très-peu de monde; car celui qui voudroit les forcer, ne pouvant juger de la quantité d'hommes en état de lui résister, ne marche & n'attaque qu'avec incertitude; il redoute à chaque instant des surprises, & la crainte de se voir couper la retraite, l'oblige de se retirer ou donne le temps aux troupes d'arriver & de tomber sur lui avec avantage; c'est sur-tout sur les côtes que l'on peut employer avec

succès de semblables retranchemens. De simples paysans conduits avec intelligence, peuvent arrêter assez long temps l'effort d'un ennemi &, rendant son attaque inutile, lui faire manquer son entreprise, ou tout au moins laisser le loisir de rassembler contre lui des forces plus puissantes.

Il faut indiquer si les bois sont fourrés ou s'ils sont clairs, quelles espèces d'arbres les composent, & dans quel sens on peut les traverser. Leur position, leur étendue & leur différente épaisseur décident de la manière d'en faire usage. Ici ils offrent une barrière impénétrable, en couvrant des ruisseaux & des vallons; là, ils servent à appuyer les aîles d'un camp, & à en étendre le front; ailleurs leur proximité met à portée d'en employer les arbres à faire des abattis, & des pallisades pour augmenter la force d'un retranchement; par-tout ils fournissent à de petites troupes les moyens de se poster avantageusement pour attaquer à l'improviste, ou pour se défendre avec avantage contre des forces supérieures.

DES CÔTES.

(140.) La description des côtes renferme une infinité d'objets, tous plus essentiels les uns que les autres; tantôt elles sont herissées de rochers plats, qui rendent leur abord plus ou moins dangereux; tantôt elles sont bornées de falaises qui en interdisent absolument l'accès. Quelques-unes de leurs parties, entièrement développées & découvertes, présentent la plus grande facilité pour la descente; d'autres, par leurs formes rentrantes offrent des anses & des ports

pour mettre les vaisseaux à l'abri des grands vents. L'art a profité des caps & des pointes pour y établir des forts, ou de simples batteries qui flanquent les endroits accessibles. Les îles adjacentes sont devenues des ouvrages avancés qui servent de barrières aux tentatives de l'ennemi; tout présente dans une étendue un peu considérable de côtes, une variété d'accidens qui demande l'ordre le plus suivi & les notions les plus exactes, d'après les propres observations & les rapports des marins éclairés. La nature des vents qui sont nécessaires pour l'entrée & la sortie des ports, ainsi que tous les avantages & inconvéniens de chacun d'eux, doivent être spécifiés. On expose tout ce qui caractérise les endroits accessibles, & les temps de marée qui sont plus ou moins favorables à leur approche. On rend compte de l'état actuel de tous les forts qui protégent la côte, des batteries, des corps-de-gardes & de toutes les pièces d'artillerie qui peuvent s'y trouver; on indique quels sont les lieux où l'on pourroit faire de nouvelles constructions, d'une position plus ressortissante aux parties qui sont à défendre; on recueille avec soin les différens projets qui ont été faits pour améliorer tel ou tel port, relativement à la guerre & au commerce, & pour le mettre à l'abri de toute insulte, soit du côté de la mer, soit du côté de la terre; on en donne une analyse, & l'on conclut soi-même par l'exposé de ce que l'on croit le plus propre à remplir ces différentes vues; on calcule les forces que peuvent fournir, dans un moment de surprise, les canonniers gardes-côtes, en attendant que les troupes

réglées se soient portées, s'il en est besoin, sur les points attaqués. Les effets que produisent les marées sur les rivières qui ont leur embouchure dans la mer, l'ordre & le temps des différens changemens qu'elles leur font éprouver, & l'influence qu'elles ont sur leur passage, exigent que l'on en rende un compte exact. Enfin mille autres détails qu'une rade, un chenal, un mouillage, &c. peuvent présenter à une vue exercée, & qu'une instruction aussi générale que la nôtre ne nous permet pas de parcourir, servent à completter cet article & à sétablir d'une manière sûre le vrai système de défense qui appartient à une partie de côtes quelconque.

DES CAMPS.

(141.) Dans un mémoire relatif à une carte militaire, il ne sera point question, en traitant des camps, de faire mention de tous les emplacemens que peut occuper une armée: On n'aura pour objet que de réunir le plus de lumières possibles sur les positions essentielles que l'on peut prendre dans un pays, lorsqu'on s'y propose quelqu'entreprise, ou sur celles qui serviroient à en défendre l'entrée, en couvrant à la fois tous les endroits par où l'on tenteroit d'y pénétrer. Ce n'est donc que de ces deux sortes de camps, que l'on aura à parler. Dans les premiers, tout doit être relatif aux points qu'il faut attaquer, on s'y établit pour observer les mouvemens de l'ennemi, on lui donne de la jalousie sur toutes les parties environnantes, & l'on profite de ses moindres fautes pour se porter en avant & opé-

rer l'exécution de ses projets. Dans les seconds, tout se rapporte aux points qu'il faut défendre, on cherche, pour en protéger l'ensemble, à n'avoir que des cordes à parcourir, tandis que l'ennemi est obligé de décrire des arcs; on augmente les obstacles du front & des flancs, par des bâtardeaux & des retranchemens, & l'on se ménage une retraite assurée sur ses derrières, en cas que l'on fut près d'être tourné. Il est nécessaire, dans les uns & dans les autres, de bien développer les moyens d'établir ses subsistances, & d'empêcher qu'elles ne soient interceptées. On emploie, autant qu'il est possible, les ruisseaux pour couvrir le front des camps, & les marais ou les bois impraticables pour en appuyer les aîles. La description la plus exacte doit par conséquent expliquer tout ce qui concerne ces différentes barrières, afin de mettre une armée à l'abri de toute surprise. Il faut faire connoître quelle est la profondeur d'un camp, quel est son champ de bataille, si les eaux, dont on peut disposer, sont d'une bonne qualité, & si elles ne sont point de nature à tarir. Aucune obscurité ne doit régner sur les notions que l'on donne; car c'est des bonnes positions, & de l'art d'en tirer parti, que dépend le succès des campagnes : toute erreur, à cet égard, est capable d'entraîner les plus grands désordres, & l'on ne sauroit mettre trop d'exactitude dans les reconnoissances que l'on en fait, & dans les comptes que l'on en rend.

DES PRODUCTIONS DU PAYS.

(142.) Toutes les ressources qu'un pays peut offrir en

grains, en vin, en bestiaux, en bois, en fourages, &c. doivent être comprises dans un état clair & précis, que l'on puisse consulter avec confiance; on y joindra le nombre d'habitans, dont les bras peuvent être appliqués aux travaux de force, ainsi que la quantité de voitures & de bêtes de charge, dont on seroit à même de disposer, & cet article terminera la partie locale du mémoire.

C'est à l'intelligence à créer le reste de l'ouvrage, elle appellera à son secours toutes les connoissances qui peuvent donner plus d'essor à sa marche; elle n'opposera point un ennemi foible & ignorant à un général éclairé, qui profiteroit à chaque moment de ses fautes; il en est des suppositions sur le papier, comme des exercices d'un camp de manœuvres. On ne présente de vraies images de la guerre, qu'autant que les forces opposées combinent tous leurs mouvemens, d'après les formes du terrain. L'ennemi n'aura de succès qu'en raison de sa supériorité, & ses avantages serviront à développer l'art qu'une résistance éclairée sait employer pour transformer chaque objet en obstacle.

DES QUARTIERS D'HIVER.

(143.) Les différens mémoires qui accompagnent une suite de portion de cartes, sont les études d'un tableau général, que l'on pourra tracer ensuite, pour former un système complet de défense, sur toute l'étendue d'une côte ou d'une frontière. C'est dans ce tableau qu'entrera naturellement, si l'on s'en occupe, l'examen de tout ce qui peut regarder l'éta-

blissement des quartiers d'hiver. On se rappellera, en exposant ses moyens, qu'il doit y avoir des communications assurées entre tous les quartiers d'une armée, qu'ils ne doivent pas couvrir une trop grande étendue de pays, pour que les troupes soient à portée de se secourir réciproquement, & de se rassembler, s'il est possible, sur un champ de bataille, avant que l'ennemi pût tenter de les enlever séparément. Il faut déterminer les villes où l'on pourroit établir ses magazins, & les fortifications qu'elles demanderoient pour éviter les surprises, & tenir avec sûreté, pendant un certain nombre de jours, contre les attaques les plus vives. Enfin, on y donnera un état circonstancié des travaux à faire dans chaque quartier, & de tous les forts & autres ouvrages nécessaires à construire sur les rivières, les marais & autres obstacles qui intercepteroient les communications.

L'utilité qui résulte des travaux faits en temps de paix est certainement réelle, sous le rapport des notions en tout genre que peuvent en recueillir les généraux, mais leur vrai point de vue doit être de former des sujets qui connoissent eux-mêmes tous les détails d'un pays, & qui acquièrent l'habitude de voir tous les terrains d'une manière militaire, & avec la plus grande célérité possible.

La lenteur à la guerre est incompatible avec ce que l'on attend d'un officier chargé de reconnoître. Il ne s'agit pas de plaire par des dessins finis & des mémoires bien écrits, il est question d'éclairer par des croquis rapides & par des notes aussi simples que judicieuses. Il est donc essentiel de s'exercer souvent

en ce genre de travail pour en contracter l'habitude, sans négliger cependant la perfection du dessin qui est la base des bonnes esquisses, comme celle des ouvrages achevés.

DES LANGUES.

(144.) Les langues étrangères, & sur-tout l'allemand, devroient faire partie des connoissances que l'on se propose d'acquérir en entrant dans la carrière militaire. Les yeux ne saisissent, pour ainsi dire, que la surface, & qu'un seul instant des objets; mais ces objets peuvent changer d'un moment à l'autre. C'est des gens du pays qu'on parvient à connoître ces changemens. Eh! comment les consulter, & en tirer habilement ce que leur propre intérêt les engage souvent à cacher, si l'on ne peut le faire que par le secours d'un interprète.

Tel est le cercle que la théorie & la pratique doivent tracer autour de chaque élève. L'étendue du rayon dépend de son application & de son aptitude. Nous n'avons considéré les talens que rélativement aux fonctions militaires qui appartiennent à son état; mais, il ne suit point de-là que nous voulions fixer des bornes à l'essor dont ils sont susceptibles en tout autre sens. Nous nous permettrons même, avant de terminer cet article, de jetter un coup-d'œil sur les recherches, aussi agréables qu'utiles, auxquels il pourroit se livrer en mettant à profit les momens dont il jouiroit.

DES TRAVAUX ACCESSOIRES.

(145.) Rien ne l'empêcheroit, en temps de paix,

de joindre, à ses travaux ordinaires, des mémoires particuliers sur tout ce que le commerce, la politique, les arts, la nature & les monumens anciens pourroient lui offrir d'intéressans dans les pays où il seroit employé. La nécessité de parcourir successivement tous les points d'une surface, lui fait appercevoir une infinité d'objets qui doivent échapper aux recherches rapides du voyageur, & aux yeux rarement éclairés de l'habitant.

Le commerce soumettroit à ses observations le projet d'un canal de navigation, le choix de son emplacement, la direction d'une chaussée, l'établissement d'une manufacture, l'exploitation d'une mine, l'amélioration de la culture, le desséchement des marais, le défrichement des landes, & tous les moyens généralement quelconques qui peuvent concourir à augmenter son énergie.

La politique offriroit à ses jugemens les différens objets d'échanges que les Puissances voisines seroient dans le cas de se proposer sur les frontières. Il détermineroit leur valeur absolue & les relations encore plus importantes qui les lient à la guerre & au commerce, & ses remarques mettroient à même de compenser avantageusement par des accessoires essentiels des pertes apparentes, qui sembleroient n'appartenir qu'à une négligence de vérification.

Les arts lui apprendroient tout ce que peut l'industrie appliquée aux besoins de l'homme, & il s'accoutumeroit à bien analyser l'organisation d'une machine utile, & à calculer si les effets répondent à l'emploi des forces & du temps.

Quelle variété d'aspect lui présente la nature, & pour le récréer & pour l'instruire! Il examine tour-à-tour les différentes espèces de métaux, de fossiles, de pierres, de terres, les propriétés particulières des eaux, les productions rares en tout genre, les inscriptions respectées par le temps; & de toutes ses découvertes, il forme une collection de matériaux précieux, où le naturaliste & l'historien peuvent puiser des lumières.

Non-seulement tous ses pas sont utiles, mais son jugement se perfectionne par cet exercice, & l'habitude de voir les objets sous tous leurs rapports possibles, donne encore plus d'essor à son intelligence. La guerre, qui est un métier pour les uns & un art pour les autres, devient la plus vaste science quand le génie préside à ses opérations. Tous les talens, toutes les connoissances humaines sont les instrumens qu'elle emploie pour préparer & pour assurer ses succès. (1)

(1) Cet article, qui est de M. Joly, ingénieur-géographe, a été extrait de l'Encyclopédie méthodique.

CHAPITRE II.

DES PLANS TOPOGRAPHIQUES.

(146.) UNE autre partie de la science de l'ingénieur, beaucoup plus importante qu'on ne croit communément, c'est la levée des plans topographiques. Indépendamment des grands objets d'utilité militaire, la levée du terrain est le meilleur moyen que l'homme de guerre ait pour se former un coup-d'œil; un officier, à la vérité, peut sans théorie acquérir par habitude le talent de bien lever le terrain, être un bon dessinateur, mais il n'en reste pas moins toute sa vie une machine topograhique ; mais un jeune homme, doué de jugement & de pénétration, en s'appliquant à cette partie, s'élevera au-dessus de la routine, & deviendra un officier très-utile.

Il y a une grande différence entre un plan exact, & un plan bien ou proprement dessiné. Indépendamment de l'exactitude, le grand mérite d'un plan consiste à faire connoître la disposition du terrain, de façon que le plan en soit un véritable portrait, sur-tout quant aux élévations. Toutes les autres variétés peuvent s'exprimer par des contours & des caractères dont la forme est tout-à-fait indifférente; de simples couleurs, ou plus simplement encore une plume & de l'encre de la chine sont suffisans pour exprimer tout ce qu'on peut rendre sur un plan.

On a publié, depuis une vingtaine d'années, différentes cartes topographiques qui peuvent servir de

modèle ; elles donnent dans le plus grand détail toutes les indications nécessaires pour la représentation des différentes parties qui entrent dans la composition d'un plan. On peut consulter particulièrement celle de la ci-devant Bourgogne, faite par ordre des Élus, sous la direction de Gauthey ; & celle de la ci-devant Guyenne, par M. Belleyme.

Les dessins se divisent en cartes & en plans ; cependant il n'y a que la grandeur de l'échelle, & la possibilité qui en naît d'exprimer plus ou moins de choses qui forment cette différence ; 1.° les cartes géographiques servent au coup-d'œil général des pays, à la connoissance de leurs limites, de la position & de la distance des endroits principaux, du cours des rivières, de la situation & de la grandeur des lacs, &c. Quoiqu'on ne puisse point en attendre des connoissances tout-à-fait détaillées, elles sont indispensables pour embrasser d'un coup-d'œil l'ensemble des parties. Lorsqu'elles sont exactes, on peut aussi s'en servir dans la confection des plans, & dans l'examen sommaire des contrées ; 2.° on exige d'un bon plan militaire, premièrement que tous les objets y soient dessinés dans leur véritable situation & proportion ; secondement, qu'on y puisse distinguer les objets suivans :

I. La nature du terrain, savoir, si c'est, 1.° terres labourables ; 2.° prairies ; 3.° bruyères ; 4.° terrain sec ou humide ; 5.° marais.

II. Toutes les hauteurs, & à cet égard ; 1.° leur configuration exacte ; 2.° par-tout le degré & la longueur de leurs talus ; 3.° l'étendue du plateau.

III. Quant aux bois; 1.° bois à feuilles ou à pointes; 2.° s'il est clair ou épais; 3.° haute futaie ou taillis, ou seulement buissons; 4.° si le sol en est sec ou marécageux; 5.° où il y a des carrières.

IV. Quant aux rivières; 1.° toutes les sinuosités; 2.° tous les endroits, notamment plus larges ou plus étroits; 3.° toutes les îles & leur sol; 4.° tous les ponts, & s'ils sont de pierre ou de bois; 5.° tous les gués; 6.° tous les moulins & autres constructions hydrauliques.

V. Quant aux chemins, si ce sont 1.° de grandes routes, des chemins de traverse, ou des sentiers; 2.° s'ils sont creux; 3.° bordés de haies ou d'arbres.

VI. Quant aux villes & villages; 1.° toutes les rues, & leur largeur proportionnelle; 2.° les portes & les places; 3.° les principaux édifices; 4.° les églises & les cimetières.

VII. Il faut aussi marquer soigneusement tous les objets isolés, comme maisons, chapelles, pierres milliaires, arbres, &c.

VIII. Il faut encore écrire soigneusement les noms des montagnes, des fleuves, des bois, &c.

Mais parmi toutes ces choses, il en est une foule qu'on ne sauroit exprimer absolument, ou qu'on ne peut le faire qu'imparfaitement sur un plan. Il faut, ou les noter dans un mémoire ajouté au plan, ou tâcher de les désigner par un moyen quelconque.

Ainsi, par exemple, il faut ou détailler dans un mémoire, ou employer des signes conventionnels pour désigner.

I. A l'égard du sol; 1.° s'il est fertile ou non; 2.°

à quel degré, il est marécageux; 3.° s'il l'est toujours ou dans telle saison seulement; 4.° si l'on peut aisément en faire écouler l'eau, ou l'y conduire.

II. A l'égard des bois, à quel point ils forment des défilés difficiles.

III. A l'égard des hauteurs; 1.° lesquelles dominent les autres, & à quel point; 2.° de quelles montagnes on peut voir fort loin, & vers quel côté.

IV. A l'égard des fleuves; 1.° si leur fond est vaseux, pierreux, ou de gravier; 2.° si ce fond change à de certaines époques; 3.° si les gués sont constans ou variables; 4.° si le fleuve déborde dans certaines saisons, jusqu'où, & quels sont les suites de ces débordemens; 5.° s'il s'écoule alors promptement, ou non; 6.° s'il est aisé de le barrer, où, & par quel moyen; 7.° si en nettoyant son lit, ou celui des eaux qu'il reçoit, on peut y faire entrer plus d'eau; 8.° à quel point les constructions hydrauliques qui s'y trouvent, peuvent faciliter ou empêcher toutes mesures de ce genre; 9.° si le fleuve est encaissé, ou non; 10.° où sont les endroits les plus commodes pour établir des ponts; 11.° si les ponts qui s'y trouvent sont grands, larges ou étroits, petits ou mesquins, solides ou en ruines, bien ou mal construits, faciles ou difficiles à réparer, quels ouvrages seroient nécessaires pour les défendre.

V. A l'égard des chemins; 1.° si les grandes routes sont pavées ou de chaussées, bonnes ou ruinées, de quelle largeur; 2.° si les inondations ou d'autres causes les défoncent aisément; 3.° quelle influence le sol a sur les chemins, suivant les différentes saisons;

4.° lorsqu'ils sont ruinés, si l'on peut aisément les raccommoder ou non; 5.° enfin, si l'on en peut facilement changer la direction, ou en pratiquer de nouveaux.

VI. A l'égard des défilés; 1.° leurs exactes longueurs & largeurs, & la nature du chemin qui les traverse; 2.° si l'on peut les tourner, & par où; 3.° comment on peut en défendre l'entrée, & en gagner ou en couvrir les débouchés.

VII. A l'égard des villes & des villages; 1.° à quel point ils sont tenables ou faciles à mettre en état de défense; 2.° comment il faudroit les attaquer; 3.° quels avantages on pourroit attendre de leur situation; 4.° si les villages sont susceptibles de défense; 5.° l'état actuel de l'église, du cimetière & des meilleures maisons; 6.° à l'égard des uns & des autres, le nombre des maisons & des écuries, & la grandeur de leur territoire; 7.° en quoi consiste leur industrie.

VIII. Enfin, celui qui connoîtra son art fera des observations; 1.° sur les positions à prendre, & leurs différens rapports; 2.° sur le nombre des troupes auxquelles elles conviennent, & ce qu'il faut faire pour les protéger & renforcer, &c.

CHAPITRE III.

De la manière de lever le plan d'un camp (1).

(147.) On ne propose ni l'usage du graphomètre, ni celui de la boussole pour lever ces plans, la planchette est l'instrument qu'il faut employer pour cela, afin d'éviter les brouillons & de gagner le temps que l'on mettroit à en faire le rapport.

Pour lever ces sortes de plans, on s'établit d'abord à l'un des bouts d'une des lignes du camp ; de-là, on trace sur le papier un rayon dirigé sur chacun des objets du pays, & aussi un rayon parallèle au front de bandière de cette ligne, au bout de laquelle, pour cet effet, on établit un signal, s'il ne se trouve rien qui puisse en servir. Selon cette direction, on mesure la longueur de ce front de bandière, faisant en même-temps des stations où elles conviennent pour déterminer sur le papier la position des objets qui sont aux environs & dans le camp, & de la même manière le lieu de quelques-uns des corps de troupes qui forment cette ligne :

PAR EXEMPLE,

Imaginons qu'on veuille lever le plan d'un camp représenté (*fig.* 42), on s'établira au point *A* ; de son correspondant *a* sur la planchette (*fig.* 43), on dirigera un rayon à chacun des clochers *B*, *C*, *D*, de

(1) Dans le cours des deux dernières parties de ce Traité, on a pu dire ou exposer à peu près les mêmes choses en différens endroits, afin d'éviter les recherches de ce dont on a besoin à l'endroit même.

même

même qu'aux tours, moulins à vent, maisons, chapelles & autres édifices qu'on appercevra de ce point *A*; de *a* aussi, on enverra un rayon à la droite *E* de l'aîle de la cavalerie placée à la droite de la première ligne de l'infanterie, on le fera mesurer; on prendra sur l'échelle du plan la même mesure que l'on portera de *a* en *e*, sur le papier (*fig.* 43); on dirigera un autre rayon dans la situation de la ligne *AF*, prise parallélement, autant que cela se pourra, au front de la bandière, sur laquelle sera mesurée la base en continuant d'opérer. Si dans la direction de cette base, il y a des inégalités, comme des élévations, des pentes, &c. on aura soin de mesurer leur étendue de niveau, afin d'éviter les erreurs qui se glisseroient dans la suite du travail sans cette attention.

Pendant que la planchette est encore dans la même situation, on y tracera la ligne du nord de l'aiguille aimantée, afin de pouvoir lever ce plan, en n'y faisant mesurer que très-peu de chose; on aura soin de faire mettre quelques signaux le long de la direction *AF*, & on n'oubliera pas d'en faire planter un au point *A*, dès qu'on le quittera.

On ira au point *G*, en faisant mesurer dans l'alignement *AF* la distance *AG*, pour placer sur le papier le point correspondant *g*; & après l'avoir mis dans la verticale du point *G* qu'il représente, & avoir bien orienté la planchette, de ce point *g*, on tracera un rayon dans la direction du clocher *B*, un rayon dans la direction de l'avenue *GH*, un rayon dirigé à la gauche *K* de l'aîle de cavalerie, enfin un rayon à la droite *L* de l'infanterie en première ligne : on

fera mesurer ces deux derniers rayons pour déterminer sur le papier les points *k* & *l* qui correspondront aux points *K* & *L* du terrain : on tirera la ligne *ek*, on la divisera en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons à cette aîle, en observant cependant les intervalles qui se trouveront entre les régimens ; à la ligne *ek*, & à une distance égale à la profondeur de ce camp, on menera une parallèle ; on tirera par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, & on aura le camp de cette aîle de cavalerie : on liera tous les escadrons du même régiment par un accolade, au milieu de laquelle on écrira le numéro.

Continuant de mesurer la base, si on juge à propos de s'établir au point *M*, parce que de-là on pourra couper, par précaution, les rayons envoyés sur quelques-uns des objets vus du point *A ;* on prendra d'abord sur l'échelle du plan le même nombre de mètres qu'on aura trouvé entre *G* & *M*, on les portera du point *g* sur la ligne *af*, afin d'y avoir le point *m* qui correspondra au point *M* du terrain ; ces deux points étant accordés l'un sur l'autre, & la planchette bien orientée, & rendue immuable, du point *m*, on tracera sur le papier un rayon dirigé au clocher *B*, & un rayon dirigé au clocher *C*, lesquels coupant les rayons envoyés de *A* sur ces mêmes objets, en donneront par conséquent la position aux points de section *b* & *c*, &c. De ce point *m* encore, on tracera un rayon selon la direction du chemin qui passe au point *M ;* on divisera la distance *lm* en autant de parties égales qu'il se trouvera de batail-

lons entre *L* & *M*, *observant toujours les intervalles entr'eux & entre les régimens, ou au moins entre les bataillons ;* & on joindra le nombre de bataillons qui appartiendra au régiment par une accolade où l'on placera son numéro.

On continuera la mesure de la base le long de l'alignement *AF*, & parvenu au point *N*, on placera sur le papier son correspondant *n ;* on fera accorder ces deux points *N*, *n*, & aussi les alignemens correspondans *AF*, *af*, en orientant bien la planchette qu'il faut ensuite rendre immobile.

Du point *n*, on menera sur le papier un rayon dirigé à la gauche *P* de l'infanterie en première ligne, & un rayon dirigé à la droite *Q* de l'aîle gauche de cavalerie ; on fera mesurer ces rayons *NP*, *NQ*, pour placer sur la planchette les points correspondans *p*, *q :* cela fait, on achevera de tracer la ligne *lp*, on lui menera une parallèle à distance égale à la profondeur du camp de l'infanterie ; on partagera le reste de cette ligne d'infanterie, en autant de parties égales (*eu égard aux intervalles*) qu'il y aura de bataillons entre *M* & *P :* des points de division marqués sur *lp*, on tirera des perpendiculaires entre cette ligne & sa parallèle, & on aura le plan du camp de l'infanterie en première ligne ; au milieu de l'accolade qui contiendra les bataillons du même régiment, on y écrira son numéro.

Du point *n* encore, on tracera sur la planchette un rayon dirigé sur chacun des objets *B*, *C*, *D*, *T*, vus du point *N*, afin d'en confirmer la position qui en aura été donnée par les premières opérations.

Enfin on poursuivra la mesure de la base jusqu'en *F*, & alors le même nombre de mètres que l'on trouvera de *N* en *F*, étant porté de *n* sur l'alignement correspondant, y donnera le point *f*, qui représentera celui *F* du terrain.

La planchette étant arrangée de façon que le point *f* soit sur son correspondant *F*, & la ligne *af* parfaitement d'accord avec *AF;* du point *f*, on tracera sur le papier un rayon dirigé au pont *T*, lequel coupant le rayon qui y a été envoyé du point *N*, en donnera par conséquent le lieu au point *t* de leur section; de ce point *f*, on y tracera aussi un rayon dirigé sur le clocher *B*, un rayon dirigé sur le clocher *C*, un rayon dirigé au clocher *D*, qui (*si on n'a pas fait d'erreur dans les opérations précédentes*) doivent chacun confirmer l'objet sur lequel ils sont envoyés dans sa position déterminée par la rencontre des premiers rayons; on tracera encore de ce point *f*, un rayon dans la direction de la gauche *R* de l'aîle gauche de cavalerie placée en première ligne, & un rayon à la droite *S* du corps de dragons campé sur le côté; on fera mesurer ces deux rayons *FR*, *FS*, afin d'en marquer sur le papier l'extrêmité correspondante *r* & *s*; on partagera *qr* en autant de parties égales (*observant les distances entre les corps*) qu'il y a d'escadrons à cette aîle gauche; on menera à *qr*, & à distance convenable, une parallèle; entre ces parallèles & par les points de division, on tirera des perpendiculaires, & on aura ce camp de cavalerie que l'on distinguera par régimens, dont le numéro sera écrit, comme on l'a dit ci-dessus.

Le camp de la première ligne étant levé, on aura le camp des autres lignes, en se conduisant de la même manière le long de leur front de bandière ; on l'aura aussi sans rien mesurer, en se servant des points déterminés *B*, *C*, *D*, *T*, supposé qu'on les puisse voir.

On ne doit pas craindre de rencontrer des difficultés à lever le reste de ce camp sans rien mesurer, c'est-à-dire, en se servant pour cela des objets *B*, *C*, *D*, *T*, & de leur correspondant *b*, *c*, *d*, *t*, exactement placés sur la planchette : on en conviendra sans peine, si on se rappèle ce que nous avons dit dans la seconde partie, ou si l'on fait quelque attention à la répétition qui suit.

PRINCIPE fondamental pour lever avec la planchette sans mesurer le détail.

(148.) Si on met la ligne *bc* dans une situation parallèle à la distance de *B* à *C* qu'elle représente, il est certain que la ligne *BC* du terrain & *bc* du papier pourront être prises pour côtés homologues de triangles semblables formés par les lignes qui passeroient par les points correspondans *B*, *b* & *C*, *c*, & que leur concours sera nécessairement le sommet d'un angle commun à ces triangles, & que les côtés de l'un de ces triangles seront proportionnels aux côtés de l'autre triangle.

Pareillement la ligne *cd* de la planchette étant mise parallélement à la distance de *C* en *D* du terrain qu'elle représente, les lignes tirées par *C*, *c*, & par *D*, *d*, iront concourir au sommet d'un angle commun,

à deux triangles semblables, dont l'un aura *CD* pour base, & l'autre *cd* pour la sienne, & par conséquent leurs côtés homologues qui sont dans la même situation seront proportionnels.

D'après ce principe, il est aisé de lever sans mesurer aucune partie d'un détail, pourvu toutefois que l'on voie au moins, du même lieu, trois des objets dont la position aura été déterminée sur le papier par de bonnes opérations; il suffiroit de voir seulement deux de ces objets, si on pouvoit toujours être assuré que la planchette est bien orientée. Le troisième objet est donc absolument nécessaire pour faire cet examen; car si la planchette est bien orientée, par le moyen de l'aiguille aimantée, le rayon qu'on fera passer par ce troisième objet & par son correspondant coupera les rayons qu'on aura fait passer de la même manière par les deux autres objets & par leur correspondant à leur point de rencontre; alors, on sera certain que ce point de section est à sa place, & que l'aiguille n'a pas varié.

Pour faire encore l'application de ce principe, nous nous en servirons pour continuer de lever le camp supposé.

Établissons & orientons la planchette à la gauche *V* du corps de dragons (*fig.* 42), alors les distances *bc*, *cd*, *de* (*fig.* 43), seront chacune parallèles à leur correspondante *BC*, *CD*, *DT* (*fig.* 42); ainsi en mettant l'allidade dans l'alignement du clocher *B* & du point *b* qui le représente sur le papier, & tirant dans cet alignement & du côté de *V* une ligne indéfinie, le point où elle sera coupée par la ligne passant par le

clocher *D* & par le point *d* qui le représente, sera le lieu *v* sur le papier qui répondra au point *V* du terrain; de sorte que si l'on tire *sv*, & qu'à une distance égale à la profondeur du camp des dragons, on lui mène une parallèle, que l'on divise le front de bandière *sv* en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons; & qu'enfin, on mène par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, on aura le camp des dragons.

Pour avoir sur la planchette le lieu de la gauche *X* de l'aîle gauche de la seconde ligne, on y orientera la planchette, & l'ayant rendue immuable, on continuera la ligne qui viendroit du clocher *B*, & qui passera par son correspondant *b* sur le papier; on continuera une autre ligne qui viendroit du clocher *C* ou *D* du terrain, & qui passera par son correspondant *c* ou *d*. Ces lignes donneront par leur section le point *x*: cela fait, on viendra ensuite orienter la planchette au point *Y*, & où se couperont les lignes que l'on fera passer par les objets du terrain & par leur correspondant sur le papier; on y aura le point *y* qui représentera le même point *Y* du terrain, & par conséquent la longueur du camp occupé par la cavalerie, placée en aîle à la gauche de l'infanterie en seconde ligne; de sorte que si l'on divise cette longueur *xy* en autant de parties égales qu'il y a d'escadrons en cet endroit, observant les intervalles, & qu'après lui avoir mené une parallèle à la distance qui convient, on tire par les points de division des perpendiculaires entre ces parallèles, on aura la position & la distribution de cette aîle de cavalerie, dont

on marquera la force avec le numéro des régimens, de la manière qu'on l'a dit.

Si au point Z, ensuite au point H, on établit & on oriente immuablement la planchette, qu'à chacun de ces points Z, H on fasse la même opération qu'au point X ou Y, on aura, par le concours des lignes tracées dans la direction des objets du terrain & de ceux qui leur correspondent sur le papier, la droite zh & la gauche h de la seconde ligne d'infanterie que l'on soudivisera, comme nous l'avons dit, afin d'en avoir le détail; & ayant écrit le nom des corps qui la composent, on aura sur la planchette le camp de cette infanterie.

Enfin, si on fait les mêmes opérations aux points $A'B'$, & que d'ailleurs on se conduise à l'égard de cette aîle droite de cavalerie, comme à l'aîle gauche XY, on en aura le camp, & par conséquent celui de toute l'armée supposée.

Quant au détail du terrain occupé par ce camp, on s'y prendra de la même manière pour le figurer sur la planchette; c'est-à-dire, qu'on fera une station à toutes les ouvertures de chemin, ainsi qu'à leur point de retour; de ces stations, on enverra des rayons selon la situation de toutes les choses qui constitueront la nature du pays. (Voyez *ce qui a été dit à la fin de la seconde partie* (chap. VI, art. 94), *où l'on a rapporté la manière de lever le détail sans en rien mesurer.*)

A l'égard des postes & des grandes gardes C', D', E', & de toutes les autres choses distribuées aux environs du camp, pour veiller à sa sûreté, on les éta-

blira aussi de la même manière sur la planchette, ainsi que les points F', G', H', K', que l'on choisira sur le bord de la rivière pour en figurer les sinuosités; ces points C', D', E', F', G', H', K', établis sur le papier, on s'en servira en même temps qu'on y sera pour statuer sur la planchette les points L', M', N', O', P', Q', R', S', T', qu'on aura remarqués de l'autre côté de la riviere, en y envoyant deux ou trois rayons de différens endroits d'où ils seront vus.

On a donné ci-dessus (105), la manière de lever le cours d'une rivière avec la boussole, on trouvera ici le moyen d'y parvenir, en se servant de la planchette, avec les développemens nécessaires pour le cas où l'on se trouve.

Supposons que du bord de la rivière, on ne puisse pas voir les objets B, C, D, T, ni par conséquent s'en servir pour la figurer sur le papier, il faudra alors se conduire comme il suit :

MANIÈRE de lever le cours d'une rivière, en se servant de la planchette.

(149.) Pour lever le cours d'une rivière avec la planchette, il faut faire une station à toutes les principales sinuosités de cette rivière, & de-là diriger des rayons qui se croisent à tous les points remarquables de ses bords, soit pour en remarquer plus exactement la distance, soit pour en mieux donner la figure, soit enfin pour déterminer avec précision des endroits qu'il est essentiel de bien connoî-

tre, tels que les ponts, l'entrée & la sortie des gués, l'embouchure des ruisseaux, &c.

Supposons, par exemple, qu'il faille lever le cours de la rivière qui est en avant du camp, il faudra d'abord la lier avec ce camp; pour cet effet, on s'établira au point *A* (*fig.* 42), & *af* (*fig.* 43), étant sur *AF*, on dirigera une ligne à un autre point choisi C^I sur le bord de la rivière où est une grand-garde; on fera mesurer la distance AC^I qu'il y aura de *A* à C^I, afin d'établir d'abord sur le papier le point c^I qui correspondra au point C^I du terrain, & on prendra la direction de l'aiguille aimantée pendant que la planchette sera encore en *A* : cela fait, on se transportera en C^I, où ayant orienté la planchette, on enverra un rayon au bout L^I de l'île, un rayon au point M^I, un rayon au point N^I; & un rayon à un signal ambulant que l'on fera placer en D^I, où se trouve une grand-garde & un gué; on fera mesurer ce dernier rayon $C^I D^I$, afin de donner la même longueur à son correspondant $c^I d^I$.

Au point D^I, on établira & on orientera la planchette; de son correspondant d^I, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du point L^I, une autre dans la direction du point M^I, une autre dans la direction du point N^I, une autre dans la direction du bord du gué O^I, une autre dans la direction du point P^I, & une autre dans la direction du point F^I, où l'on aura fait transporter le signal qui étoit en D^I; alors, par le moyen de la station précédente & de celle-ci, on aura sur le papier les points l^I, m^I, n^I, d^I, qui correspondront à ceux du terrain; ainsi faisant

faire aux lignes que l'on tracera entre ces points les mêmes sinuosités que l'on verra sur le terrain, on aura sur le papier cette petite portion du cours de la rivière, on y aura aussi le point correspondant F', en mesurant la ligne $D'F'$.

Du point F', où la planchette aura été orientée, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du bord du gué O', une autre dans la direction du point G', une autre dans la direction du gué Q', & une autre dans la direction du signal qu'on aura fait porter en E', où est une autre grand-garde : cette station & la précédente détermineront sur la planchette le lieu de chaque point O', P', ensorte qu'entre $d'f'$ & $o'p'$, on pourra figurer le cours de la rivière tel qu'on le voit sur le terrain, entre les points D', F', O', P'; & en quittant le point F', on fera mesurer la distance qu'il y aura de F' à E', pour placer sur le papier le point correspondant G'.

Si au point E' & aux points G', H', K', X', on fait de semblables opérations, pour avoir sur le papier le gué Q', le confluent R' du ruisseau, la position du pont & celle des points S', T', V', qui sont à l'autre bord de la rivière, on en aura tout le cours, en liant ensemble les points correspondans à ceux du terrain, par des lignes conformes à celle de la nature.

Quant à la figure des ouvrages faits en avant & en-deçà du pont, & à celle de tous les autres retranchemens qui seront aux environs d'un camp, nous n'en dirons rien ici; mais le lieu où il sera parlé ci-après de la manière de lever le plan des fortifications passagères y suppléera. On pensé avoir suffisamment

expliqué la manière de lever le plan d'un camp. Ce travail devant être fait par des ingénieurs militaires, il est nécessaire qu'avant l'action ils prennent, avec toute la diligence possible, le plan du terrain où l'armée est en présence des ennemis; ils l'étendent autant que cela se peut; ils y marquent la disposition des troupes qui y sont rangées en bataille à la tête de leur camp, & tout ce qui se rencontre, comme l'artillerie distribuée par batteries en plein champ, les postes fermés & autres, les redoutes, les retranchemens, &c.

Pendant l'action ils sont occupés à exprimer tous les principaux mouvemens qu'ils voient faire aux combattans, tant à la droite qu'à la gauche & au centre des armées, autant cependant que l'épaisse fumée de la poudre n'y met pas d'obstacle; & d'ailleurs pour représenter sur le papier ces différens mouvemens, selon l'exacte vérité, ils consultent les officiers généraux qui ont fait exécuter de grands mouvemens aux troupes, & les majors de chaque corps sur les manœuvres particulières qu'ils ont eu ordre ou occasion de faire : & ainsi ils dressent le plan d'une bataille.

Après l'action, & si l'on est maître du champ de bataille, ils le lèvent dans toute son étendue & avec tout le soin possible, s'ils n'en ont pas eu le temps ou la liberté avant le combat; ils expriment jusqu'aux plus petites choses qui sont sur le terrain, & qui servent à reconnoître la position d'une troupe ou le lieu d'une manœuvre.

MANIÈRE d'avoir la figure & le détail d'une certaine étendue de pays & d'un poste.

(150.) Il n'est pas toujours possible, lorsqu'on est proche des ennemis, soit à cause des partis, soit faute de temps, de lever avec beaucoup d'exactitude; d'ailleurs il suffit quelquefois d'avoir, mais promptement, la disposition d'une certaine partie d'un pays, afin d'y projetter les travaux & les manœuvres défensives ou offensives qu'on y peut exécuter, eu égard à sa nature.

Dans ce cas, on ne se pique pas de travailler avec une exactitude scrupuleuse, on se contente de parcourir le pays dont il s'agit, & d'en figurer en même temps & à vue les chemins, les villages, les rivières, les ruisseaux, les ponts, & enfin tout ce qu'on y voit, estimant ou mesurant à pas d'homme ou de cheval ce qu'on y feroit mesurer, si on s'y prenoit d'une autre manière. Un pareil travail fait par des personnes intelligentes, est non-seulement très-utile à l'armée, mais encore peut être assujetti à des points déterminés par de bonnes opérations, & tenir sa place dans une carte plus étendue & levée avec soin.

Lorsqu'on est pressé d'avoir le plan d'une maison, d'une ferme, d'une église, ou de tout autre endroit qui peut devenir un poste important, on se contente de former à vue ses angles & sa figure, & d'en mesurer les côtés au pas, ou de les estimer; à l'égard de ses environs, on les trace de même à vue sur le papier, selon le nombre de pas ou l'estime que

l'on fait de la longueur des différens retours de chemins, ou des sinuosités des rivières, des ruisseaux ou autres choses semblables.

MOYEN particulier dont on peut se servir pour avoir à peu près la largeur d'une rivière.

(151.) Dans une marche précipitée, on a quelquefois besoin à l'armée de connoître la largeur d'une rivière, afin de juger de la quantité de pontons qu'il y faudra lancer pour la traverser, & on n'est pas toujours pourvu des instrumens qui sont nécessaires pour cela, ou, comme on le suppose, on n'a pas assez de temps pour faire cette opération; mais en toutes choses la nécessité donne des méthodes assez bonnes; pour cet effet, étant sur le bord de la rivière, le chapeau détroussé, on regarde directement son autre rive, de manière que le rayon visuel rase le bord du chapeau; alors retournant la tête sans la hausser ou la baisser, on apporte ce rayon visuel sur la rive où l'on se trouve; ensorte que mesurant au pas ou autrement sa longueur, on a peu près la largeur de la rivière.

CHAPITRE IV.

PRINCIPAUX articles qui doivent faire l'objet d'un mémoire relatif à une carte dressée pour le service militaire.

LES articles suivans peuvent être regardés comme le canevas d'un mémoire utile en temps de guerre, & dont l'exécution peut servir en plusieurs occasions (1).

(152.) 1.° En considérant les fleuves, les rivières & les ruisseaux, il faut bien examiner la nature de leurs bords & même celle de leur lit, pour faire mention des endroits où l'on pourroit les guéer à pied ou à cheval & y jetter des ponts; il faut prendre garde si les ponts qui les traversent sont de pierre ou de bois, bons ou mauvais, propres à favoriser la marche de l'artillerie & des grandes voitures; s'il ne peuvent servir que pour des gens à cheval, ou seulement pour des troupes à pied.

2.° Si le pays est borné par la mer, il faut de même en examiner les bords dans le temps des hautes & des basses marées, pour reconnoître s'ils sont susceptibles de défense, & quels sont les lieux où l'on pourroit tenter un débarquement sur la côte.

3.° Il faut reconnoître les chemins qui traversent

(1) Quoique partie de ces articles aient déjà été indiqués plus haut dans un semblable projet de mémoire, on a cru cette répétition utile à cause de l'importance des objets qui doivent entrer dans le mémoire proposé.

les pays, examiner s'ils sont bons ou mauvais, quels sont ceux où l'on peut faire passer de gros convois & des voitures pesantes, ou qui ne peuvent servir que pour la cavalerie, ou seulement pour l'infanterie. Il faut aussi examiner si le pays est plat ou montueux, couvert par des bois, des forêts, &c. ou découvert; s'il est aquatique, marécageux, pierreux ou sablonneux, & coupé par des plants d'arbres, des haies, ou par des fossés secs ou remplis d'eau, enfin s'il est fertile en grains, en foin, en vin & autres denrées.

4.° Il faut prendre connoissance des avenues par où l'ennemi peut arriver sur une frontière, percer plus avant dans un état, ainsi que de tous les débouchés par lesquels les corps peuvent pénétrer dans un pays; à cet égard, on fait des notes pour indiquer la marche que pourroit faire une armée ou ses différentes colonnes pour se porter plus loin, ou pour faire une bonne retraite, en cas qu'on y soit obligé, mais de manière à n'être pas harcelé par un ennemi capable de se prévaloir de cette fâcheuse circonstance.

5.° Enfin dans un pays ennemi, plus que dans un autre, il faut prendre des notes sur tout ce qui a rapport à la guerre, sur les ressources de toutes espèces qu'on en pourra tirer, c'est-à-dire, sur la quantité de grains, de fourrage, de boissons & des différens bestiaux qu'il pourroit fournir pour la subsistance d'une armée. Comme aussi faire un état de la force des communautés, des hommes propres à certains travaux; des chevaux, des voitures de terre & d'eau

d'eau qui, en cas de besoin, serviroient aux transports des munitions, des malades, des blessés, &c. cet état doit encore comprendre le dénombrement des maisons, des moulins & des fours qui sont dans chaque commune, & dont la nécessité se fait assez sentir.

TABLE où l'on verroit les lieux & les ressources d'un pays.

(153.) Il n'est pas nécessaire de beaucoup écrire pour connoître les facultés d'un pays & les ressources qu'on peut en tirer; la meilleure manière d'y réussir, c'est, sans doute, d'en former une table où l'œil les apperçoive, & où sans faire de lecture, on puisse facilement comparer les richesses des différens endroits, afin d'agir avec connoissance & justice. On suppose pour exemple la table suivante que l'on peut étendre ou diminuer selon qu'on le juge à propos.

EXPLICATION de cette Table.

Cette table est composée de dix colonnes principales, où tout ce qui est sur la même ligne appartient au même endroit.

La première colonne contient le nom des cantons & des rivières ou ruisseaux qui les arrosent.

La seconde colonne comprend les noms des différens endroits qui composent le canton, rangés selon l'ordre alphabétique. Les villes sont désignées par *V*, les bourgs par *B*, les villages ou les paroisses par *P*, & les hameaux par *H*.

La troisième colonne fait voir la quantité de maisons qui composent ces lieux.

La quatrième colonne contient le nombre d'hommes qui habitent ces lieux, & dont on peut tirer du service dans le besoin.

La cinquième colonne, partagée en deux, montre combien de moulins à eau & de moulins à vent dépendent de ces différens lieux.

La sixième colonne renferme le nombre de chevaux.

La septième colonne instruit de la quantité de charriots & de charrettes, dont ces endroits sont pourvus.

La huitième colonne fait mention du nombre des principales bêtes à cornes.

La neuvième colonne montre ce qu'il y a d'arpens de biens de différente nature appartenans à ces lieux.

Et *la dixième colonne* indique l'espèce de commerce qui s'y fait.

Par exemple, on voit que *Sucy* est une ville arrosée par..... dans le canton de..... que cette ville a dix-huit cents maisons, trois mille hommes, trois moulins à eau, quatre moulins à vent, treize cent soixante-dix chevaux, trois cents bœufs, seize charriots, soixante charrettes, seize cents vaches, neuf mille ares de terre, quinze cent cinquante ares de prés, quinze cents ares de vignes, dix-huit cents ares de bois de haute-futaie, quatorze cents ares de taillis, & enfin qu'on y fait commerce de bled.

REMARQUE sur cette Table & sur les moyens d'en dresser de justes.

(154.) N'ayant pas voulu étendre cette table, on n'a fait mention que de la quantité d'ares de terre & de pré, sans avoir égard à leur rapport; mais comme

la même étendue de terrain ne produit pas également en tous lieux, il faut s'informer à chaque endroit de ce qu'on y récolte communément de mesures de froment, de seigle, d'orge, d'avoine & autres grains; sur quoi il faut remarquer que, mettant ces productions en colonnes, il convient d'en faire d'autres qui indiquent non-seulement ce qu'il en faut aux habitans pour leur subsistance, mais encore pour les semailles prochaines; car il est juste qu'ils jouissent du présent, & qu'ils ne puissent point désespérer pour l'avenir; ainsi outre ces colonnes, il en faut encore qui fassent connoître ce que l'on peut raisonnablement exiger par contribution.

Il convient pareillement de savoir ce que l'are de pré du pays donne de quintaux de foin; ce que les chevaux & les bestiaux en consomment, & ce qu'il en reste, afin de pouvoir faire une demande appuyée sur l'équité, & par-là rendre toutes plaintes déraisonnables.

Il est aussi aisé de dresser ces sortes de tables, qu'il est difficile d'être bien instruit sur ce sujet; l'habitant des champs est toujours en garde contre ces questions; la crainte des corvées, des impôts ou des contributions fait qu'on est toujours trompé en moins par les riches; l'envie & la jalousie fait qu'on l'est souvent en plus par les pauvres; cependant on a éprouvé que ceux qui n'ont point de bien, & qui d'ailleurs n'ont rien à perdre, déclarent plus volontiers la vérité; mais pour s'en assurer, il faut s'informer dans les villages voisins, en affectant une simple curiosité, & ensuite combiner ces différentes

informations avec cette équité qui caractérise l'homme vraiment juste.

On sait par expérience que dès qu'on a cherché à acquérir des connoissances sur les facultés de quelques villages, les lieux voisins en sont instruits, & que l'intérêt commun fait qu'on est trompé par-tout & par toutes sortes de gens. Dans ce cas, il faut croire que les habitans des champs ne déclarent que ce qu'ils veulent qu'on leur connoisse, & que l'on peut au moins compter sur ces ressources. *Voyez sur ce sujet ce qui est rapporté dans les connoissances géométriques à l'usage des officiers, liv. 3, à la fin du chap. V.*

CHAPITRE V.

MANIÈRE de lever le plan d'une tranchée.

LE plan exact d'une tranchée est assez important pour ne pas omettre la manière de le bien lever, afin de bannir pour toujours le peu de précautions qu'on prend pour avoir ces sortes de plans.

Les dessinateurs, toujours pressés, sont obligés de former ces plans à vue seulement, & d'estimer la longueur des boyaux, si on ne leur laisse point au moins le temps de la mesurer au pas. D'un pareil brouillon, où ils sont forcés d'être négligens malgré eux, faute de temps pour pouvoir employer des mesures plus précises, ils font une minute qu'ils rapportent sur un plan de la place assiégée, qui, pour cet effet, est mis à leur disposition : ces plans de tranchées sont d'ordinaire très-défectueux, & peu dans

beaucoup se ressemblent, ce qui n'arriveroit pas si on avoit le temps nécessaire pour bien faire.

Un plan de tranchées levé avec soin fait voir la bonne disposition de toutes les parties d'une attaque; son aspect fait mieux juger de l'objet de chacune & du parti que l'on prend pour resserrer l'ennemi de plus en plus, & se garantir de ses feux; il fait voir aussi qu'on n'y multiplie pas les travaux inutilement, afin d'éviter, par ce moyen, la dépense, la fatigue & la perte des travailleurs.

Pour montrer de quelle manière on doit s'y prendre, lorsqu'on veut lever ces sortes de plans, nous imaginerons une tranchée exécutée sur le terrain (*fig.* 44), dont il s'agit d'avoir une copie bien exacte sur le papier.

(155.) On commencera d'abord par mesurer une base *AA*, la plus étendue & la plus parallèle au front attaqué que l'on pourra, pour servir, 1.° à déterminer la position des angles flanqués *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, &c. des pièces de la place; & 2.° à statuer l'emplacement de la queue *G* de la tranchée par rapport à ces pièces.

Supposons que cette base *AA* ait 500 mètres, on en donnera autant, pris sur l'échelle du plan dont il s'agit, à une ligne tracée sur la planchette; on opérera à chaque bout *A* de cette base (après avoir fait convenir le point *a* du papier (*fig.* 45) avec le point *A* du terrain, & la ligne *aa* avec la ligne *AA*) pour déterminer sur le papier, & de la manière qu'on l'a enseigné, la position des angles flanqués *b*, *c*, *d*, *e*, *f* correspondans à ceux *B*, *C*, *D*, *E*, *F* des pièces de la place assiégée; ensuite du point *a*, on dirigera un

rayon au point *G*, où commence la tranchée ; supposé qu'il y ait 600 mètres, on en prendra autant sur l'échelle, on les portera depuis *a* sur ce rayon, & on y aura le point *g* placé sur la planchette, comme l'est sur le terrain le point *G*, par rapport au front d'attaque.

Avant que de quitter la base *AA*, & de déranger la planchette, il faudra tracer sur le papier la ligne du nord de l'aiguille aimantée pour s'en servir à orienter la planchette, & par conséquent à y bien disposer toutes les parties de la tranchée comme elles le sont sur le terrain ; cela fait, on viendra orienter immuablement la planchette à la queue *G* de la tranchée, ayant attention de faire convenir les points *g*, *G*, dans le même vertical (*ce qui s'exécutera facilement en suspendant un plomb au-dessous du point* g). Du point *g*, on tracera une ligne dans la direction du boyau *GH;* & supposé qu'il y ait 230 mètres, on les portera du point *g* sur cette ligne, afin d'y avoir le point correspondant *h*, alors on formera le boyau *gh*, selon la largeur de son correspondant *GH.*

Au point *H*, on arrangera la planchette de la même manière ; après cela, du point *h* qui le représente sur le papier, on enverra un rayon dans la direction du boyau *HI* que l'on fera mesurer, de sorte que s'il a 210 mètres de longueur, on en donnera autant à son correspondant *hi*, en le faisant de même largeur que lui.

Au point *I*, on posera la planchette comme il convient ; & étant immobile, de son correspondant *i*,

on tracera une ligne dans la direction du boyau *IK*; si ce boyau a 240 mètres de longueur, on les donnera à son correspondant *ik* que l'on fera aussi d'une largeur égale à la sienne.

Au point *K*, où l'on aura arrangé la planchette, comme ci-devant, on menera un rayon dans la direction de chacune des parties *KL*, *KM*, de la première parallèle : on fera mesurer les longueurs, si de *K* en *L*, il y a 300 mètres, & de *K* en *M*, 270 mètres, on placera les points correspondans *l*, *m*, à la même distance du point *k*.

De la même manière, on placera sur le papier des points *q* & *r* qui correspondront aux débouchés *Q* & *R* des boyaux *QT*, *RS*; & si l'on continue d'opérer de la sorte à chaque point de repli *L*, *N*, *P*, de la parallèle; à chaque boyau *QT*, *RS*, & à chaque retour & débouché que l'on rencontrera, on parviendra, comme on le conçoit, à avoir un plan exact de la tranchée supposée.

On sait que les parties d'une tranchée ont ordinairement une largeur constante; que les batteries de canons, de mortiers & de pierriers ont un parapet de même épaisseur; c'est pourquoi il ne faut pas perdre de temps à mesurer ces largeurs & ces épaisseurs qui sont assez connues; mais il faut avoir grande attention à bien orienter toutes ces choses, & surtout le parapet des batteries, parce qu'autrement on n'en verroit pas le véritable objet; il convient encore de remarquer le nombre de bouches à feu, comme on est dans l'usage de le faire, & de plus d'en désigner le calibre.

Nota. En prenant le plan d'une tranchée, s'il arrivoit ou qu'on eût lieu de craindre, sur-tout près des batteries, que l'aiguille aimantée éprouvât quelques variations, il faudroit s'en passer, & alors avoir soin de faire mettre un repère quelconque au point de station qu'on abandonneroit pour aller opérer au bout du rayon qu'on auroit dirigé de ce repère, & dont on auroit déterminé l'extrêmité sur le papier : arrivé à ce point d'une nouvelle station, on y accordera avec beaucoup de précision le rayon tracé sur le papier dans l'alignement de celui du terrain qu'il représentera, dont le lieu de la planchette sera une des extrêmités, & le repère son autre bout; on en usera de même par-tout où cela sera nécessaire, c'est-à-dire, que l'on fera porter le signal successivement à chaque point de station, au-delà de celui où l'on viendra établir la planchette.

Concluons qu'il est très-facile, avec des soins & du temps, d'avoir le plan exact des travaux d'un siège; que pour y réussir, il est question 1.° de bien statuer la queue de la tranchée par rapport aux pièces qui composent le front d'attaque; & 2.° de mesurer & de bien orienter chacun des boyaux ou chemins que l'on creuse pour arriver jusques dans les ouvrages. On ne peut disconvenir qu'un plan d'attaque levé de cette façon, est le seul qui mérite une entière confiance.

Comment on doit lever les plans de communications souterraines.

(156.) De la même manière employée pour lever

le plan d'une tranchée, on parviendra à former celui d'un souterrain, comme différentes avenues couvertes qui conduisent à des carrières ou à d'autres fouilles faites dans le sein de la terre, & les galeries de mines avec leurs rameaux, à l'usage des assiégés & des assiégéans. Pour former ces sortes de plans sur la représentation d'un terrain, il faut 1.° si cela est nécessaire, assujettir le commencement ou l'entrée à des objets déterminés sur le local; 2.° statuer avec précision la direction du premier conduit par rapport à ces objets; 3.° s'étant introduit dans le souterrain, on mettra une lumière au point d'entrée, & une à l'autre bout du premier rameau; au point d'entrée, on établira la planchette & on la fixera, ensuite on ajustera l'allidade dans la direction de ces deux lumières, on tracera sur le papier cette direction à laquelle on donnera la longueur que l'on trouvera entre ces deux premières clartés; la planchette étant restée immobile, à ce point de première station, on posera dessus deux aiguilles très-fines dans cette direction, dont on approche la règle de l'allidade pour voir s'il y a du dérangement; 4.° on fera poser une lumière au bout du rameau suivant, on établira la planchette au point de la seconde lumière, on approchera la règle de l'alidade des deux aiguilles, afin d'être précisément dans la direction du premier rameau, alors on fixera la planchette; de-là, on visera sur la troisième lumière, on mesurera sa distance à la seconde, de celle-là à la troisième, & ainsi de suite. Concluons que pour former ces sortes de plans, il s'agit d'établir succes-

sivement une lumière à chaque point de station & aux repaires, de mesurer la distance de l'un à l'autre, & d'opérer comme on vient de le dire, avec cette différence que si l'on soupçonne ou que l'on apperçoive que l'aiguille aimantée ne puisse être employée, il faut se conduire, comme nous l'avons dit dans le *nota* précédent, & ainsi qu'on le verra plus amplement encore dans le lieu où nous expliquerons la manière de lever le plan des rues d'une ville.

COMMENT on lève le plan des fortifications passagères.

(155.) Pour parvenir à lever le plan d'un retranchement, celui d'une route, celui d'un poste, celui des lignes de circonvallation, de contrevallation, & enfin le plan de tout ce qui tient à la fortification passagère, il suffira de supposer qu'il est question de celui d'une fortification, représenté (*fig. 46*), qu'on auroit formée sur le terrain pour opposer un obstacle à l'ennemi qui est résolu de combattre, afin de faire échouer une entreprise importante.

Pour commencer à prendre ce plan, on s'établira vis-à-vis la gorge d'un des ouvrages, par exemple, au point *A* (*fig. 46*). Là, sur le papier qui couvre la planchette (*fig. 47*), on marquera un point *a* qui représentera celui du terrain. De ce point *a*, on enverra des rayons dirigés sur les angles intérieurs *B*, *C*, *D* de cet ouvrage; on fera mesurer chacun de ces rayons *AB*, *AC*, *AD*, ensuite on prendra sur l'échelle du plan, 1.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AB*, pour le porter de *a* en *b*; 2.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AC*, pour le porter de *a* en *c*;

& 3.° le nombre de mètres qu'aura le rayon *AD*, pour le porter de *a* en *d*; alors on aura sur le papier les points *b*, *c*, *d*, qui correspondront à ceux *B*, *C*, *D* de l'ouvrage; ensorte que si l'on tire une ligne de *b* en *c*, & une ligne de *c* en *d*, on aura l'intérieur des faces de cette pièce, appellée *redan*.

Du point *a*, encore, on tracera sur la planchette une ligne dans la direction du point *F*; on fera mesurer la distance *AF*, on en portera le même nombre de mètres sur cette ligne pour y avoir le point *f* qui correspondra au point *F* du terrain. *Avant que de bouger la planchette, on tracera sur le plan commencé la ligne du nord de l'aiguille aimantée*: ce qui étant fait, on se rendra au point *F*; sur la planchette bien orientée & du point *f*, on enverra un rayon au point *E*, & un autre au point *G*; on fera mesurer ces rayons *FE*, *FG*, pour donner la même longueur à leurs correspondans *fe*, *fg*, & on tracera sur le papier la ligne *de* qui représentera la branche *DE*.

Si l'on oriente la planchette au point *G*, & que de son correspondant *g*, on envoye des rayons dans la direction des angles *H*, *I*, *K* de ce redan, & un rayon au point *L*; que l'on donne la même longueur à leur correspondant, on aura sur le papier les points *h*, *i*, *k*, *l*, ensorte que l'on pourra tirer les lignes *eh*, *hi*, *ik*, qui représenteront *EH*, *HI*, *IK*.

Si au point *L*, on opère de même qu'au point *F*, on aura sur le papier les points *m*, *n*, qui représenteront les points *M*, *N*.

La planchette orientée au point *N*, si de son correspondant *n*, on tire des lignes dans la direction des

angles *O*, *P*, *Q*, *R*, *S* du bastion, & qu'après les avoir fait mesurer, on ait déterminé les points semblablement placés *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, on aura la figure intérieure de ce bastion, en tirant sur le papier les lignes *op*, *pq*, *qr*, *rs*.

Si du point *n*, encore, on dirige un rayon au point *V*; que dans cet alignement, & vis-à-vis l'ouverture faite à la courtine, on pose un signal *T*; que l'on fasse mesurer les distances *NT*, *NV*, on sera en état de placer sur le papier les points *t*, *v*, qui représenteront ceux *T*, *V* du terrain.

Si on s'établit au point *T*, pour de-là déterminer un point & dans le redan en avant du fossé, & que de ce point &, on opère comme on l'a fait au point *N*, on aura la figure du redan à flanc que l'on suppose ici.

Enfin, si au point *V* on fait la même opération qu'au point *A* ou *G*, on aura les angles intérieurs *x*, *y*, *z* de ce redan; alors, si on tire sur le papier les lignes *st*, *tx*, *xy*, *yz*, on aura le trait intérieur de la fortification supposée, auquel on menera une parallèle à distance égale à l'épaisseur du parapet qui marquera l'extérieur de cette ligne de fortification passagère, à l'égard de laquelle il sera facile de tracer le fossé qui la précède, en en faisant mesurer la largeur, & en observant de quelle manière sa contrescarpe figure à certains endroits.

Lorsqu'on prend le plan de ces sortes de fortifications, il faut aussi lever le détail du pays qui est au-delà, marquer tous les débouchés par lesquels l'ennemi peut y arriver, & par où aussi on iroit à lui

dans certaines circonstances : pour tout dire, on ne doit absolument rien omettre de ce qu'il est utile de connoître, tant au dehors qu'au dedans d'une pareille enceinte; c'est à quoi l'ingénieur doit s'attacher, parce que ses plans servent ordinairement à projetter les manœuvres à exécuter dans tous les cas qui peuvent survenir.

CHAPITRE VI.

Manière de lever le plan d'une ville.

(158.) La méthode la plus sûre & en même temps la plus expéditive que l'on puisse employer pour lever le plan d'une ville fortifiée ou non fortifiée, celui d'un poste, celui d'un parc, celui d'une forêt & même un plan entier, est sans contredit encore celle de la planchette, parce que 1.° on est dispensé de faire un brouillon, accompagné de ses cottes, & d'avoir la peine d'en former une minute; 2.° on voit sur le terrain même les erreurs qui peuvent se glisser, & on est par conséquent à portée d'en chercher la cause & d'y remédier; 3.° on a l'avantage, & sans perte de temps, d'avoir une minute exacte, où l'on reconnoît facilement les aboutissans de chaque chose, sur laquelle aussi, après avoir suivi différens retours, on a la satisfaction de voir la précision du travail, lorsque par d'autres routes, on arrive à des points déjà placés sur le papier.

Dans la première partie de cet ouvrage, nous avons fait connoître les opérations fondamentales de la

carte qu'on y a supposée. Dans la seconde, nous avons montré comment on en leveroit le détail. Dans cette troisième partie, on a fait voir la manière de prendre le plan de l'établissement d'une armée, celui des travaux qu'elle auroit faits pour s'emparer d'une ville de guerre, & de ceux qu'elle auroit élevés sur le terrain pour se mettre à l'abri des surprises. Imaginons par enchaînement que la *quarante-huitième figure* représente une ville, dont il convient d'avoir le plan pour le placer sur la carte supposée.

Pour lever le plan d'une ville, on choisit le lieu qui semble le plus commode pour commencer à opérer, tel que le milieu d'une grande place; on y place la planchette; & tout à l'entour du point correspondant à celui du terrain, on trace sur le papier des rayons dirigés à l'entrée de chacune des rues qui aboutissent sur cette place; on donne à ces rayons une longueur de l'échelle géométrique correspondante à leur mesure prise sur le terrain; l'entrée des rues, ainsi fixée, fournit autant de points propres à vérifier les opérations, lorsqu'on revient à ces points après avoir levé le contour des rues & des portions de maisons d'une manière toute semblable à celle que nous avons donnée pour tracer la direction du grand chemin, ou les boyaux d'une tranchée;

PAR EXEMPLE:

Pour lever le plan de la ville que nous supposons, on le commencera, si l'on veut, en établissant la planchette au milieu *A* (*fig. 48*) de la place; du point *a* (*fig. 49*) qui y correspondra sur le papier, on

dirigera à l'entrée de chacune des rues qui aboutissent sur cette place, des rayons *AB*, *AC*, *AD*, *AE*, *AF*, *AG*, *AH*, & on les mesurera; supposé que le premier *AB* ait 24 mètres, *AC* 26 mètres 28 centimètres, *AD* 38 mètres, *AE* 28 mètres 53 centimètres, *AF* 25 mètres 39 centimètres, *AG* 33 mètres 18 centimètres, *AH* 27 mètres 47 centimètres, on portera à mesure ces nombres de mètres prises sur l'échelle du plan, pour déterminer sur le papier (*fig.* 49) les points *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, correspondans à ceux du terrain.

On dirigera aussi un rayon au coin de chacune des rues, & encore dans la direction des clochers, afin d'en avoir la position, en les coupant des autres points de station, d'où on les appercevra; par exemple, on enverra de cette première station *A* ou *a*, un rayon sur le clocher *I*.

De quelque manière que ce soit, on marquera sur le terrain le point *A* de cette première station, & tous les points d'entrée des rues *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, afin de les retrouver dans la suite du travail où ils doivent servir à le vérifier, ainsi qu'on le verra.

Enfin, avant de quitter ce point *A*, on examinera si l'alignement *ab* convient parfaitement sur *AB* qu'il représente, & si quelques autres encore s'accordent également bien avec leur correspondant, auquel cas la planchette n'aura pas été dérangée.

On choisira à volonté un des points d'entrée de rue, tel que *B* pour y faire la seconde station; on y établira la planchette, de manière que *B* & *b* soit dans la même verticale, & *ba* dans l'alignement de

BA; alors la planchette étant immuable, on tracera du point *b*, un rayon dans la direction du point *K*, où on aura mis un repère. Supposé que de *B* en *K*, il y ait 32 mètres, on en donnera autant au rayon correspondant, pour avoir le point *k* qui représentera le point *K* du terrain : cela fait, on arrivera de même à chaque carrefour *K*, *L*, *M*, *N*, *O;* & après en avoir déterminé le lieu sur le papier, on y fera pareilles opérations pour déterminer les coins des rues.

Au point *M*, que l'on suppose dans l'alignement des points *N* & *G*, on pourra vérifier le travail déjà fait, en examinant si les points *n*, *g* qu'on a déterminés sont dans la direction de leurs correspondans *N*, *G*, & si entre *m* & *n*, entre *m* & *g*, il y a autant de mètres de l'échelle qu'il y a de véritables mètres entre les points de station *M*, *N* & *G :* cela étant, on continuera le travail, dirigeant d'abord un rayon sur le clocher *I*, dont on aura la position au point *i*, où sera coupé le rayon qu'on a envoyé de la première station sur ce clocher ; on dirigera aussi un rayon sur chaque point *P* & *Q*, que l'on choisira pour le lieu des nouvelles stations qu'on se propose de faire, & on déterminera leur position *p* & *q* sur le papier, comme on vient de l'enseigner.

C'est ainsi qu'on lève & que l'on vérifie en même temps ces sortes de plans, c'est pourquoi nous n'étendrons pas davantage ce détail ; nous nous contenterons d'y suppléer, en ponctuant sur les figures les rayons qu'il faut diriger & mesurer sur le terrain, pour établir sur le papier les points qui en repré-

senteront

senteront les extrêmités, & celles des lignes qu'il convient de tirer pour avoir la figure des rues & des maisons de la ville supposée.

REMARQUES.

Quoique pour lever le plan de cette ville, nous l'ayons commencé sur sa place, il ne s'ensuit pas qu'il faille agir toujours de même; on se détermine sur cela selon qu'il paroît convenable, car si l'on apperçoit que l'on pourra mieux réussir en commençant par le tour intérieur ou extérieur de la ville, parce qu'on aura des bases plus étendues & beaucoup moins de petits retours de suite, qui causent souvent des erreurs, on doit prendre ce parti; & si en formant un polygone autour de la ville, on présume en avoir le plan plus facilement, il convient encore de préférer cet autre parti; enfin l'intelligence, les cas & les circonstances doivent servir de guide.

Nous n'avons point proposé de faire usage de l'aiguille aimantée pour orienter la planchette, lorsqu'on s'en sert pour lever le plan des rues d'une ville, parce que cette aiguille pourroit être contrariée par les grilles de fer que l'on voit communément aux portes & aux fenêtres, & aussi par le fer qui peut être en magasin ou dans les boutiques des maréchaux, serruriers, cloutiers, &c.

Mais lorsqu'on lève le plan d'une forêt, celui d'un parc, celui des environs d'un château, celui d'une terre, &c. il convient de faire usage de l'aiguille aimantée, on y gagne du temps; les alignemens correspondans sont plus facilement mis d'accord, sur-

tout lorsqu'ils sont courts; on doit seulement examiner de temps en temps si l'aiguille aimantée prend toujours son véritable nord. S'il en est autrement, il faut alors arranger la planchette à chaque station par l'accord des alignemens tracés sur le papier avec ceux du terrain qu'ils représentent, c'est-à-dire, qu'il faut se conduire, ainsi qu'on vient de le voir dans la manière de lever le plan des rues.

Quoique ce que nous venons de dire puisse faire aisément comprendre comment on lève un plan de fortification, pour plus grande intelligence, nous expliquerons encore la manière de prendre ces sortes de plans, appliquée aux fortifications permanentes.

CHAPITRE VII.

Méthode de lever le plan des fortifications permanentes.

(159.) Pour avoir le plan d'une fortification, on s'établit d'abord dans l'endroit le plus commode, soit sur le terre-plein du rempart, soit au dehors des ouvrages; cela dépend des avantages qu'on y trouve, ou des circonstances qui obligent à prendre un parti plutôt qu'un autre, & on trace sur le papier des rayons dirigés à tous les angles de la fortification. Ensuite on se transporte à d'autres lieux de station, mesurant leur distance entr'eux, pour y opérer de la même manière, afin d'avoir, par la section des rayons dirigés sur les mêmes objets, leur position respective

sur la planchette. C'est ainsi qu'en contournant une enceinte, & que revenant au point d'où on est parti, on en lève la figure.

PAR EXEMPLE :

Supposons qu'il est question d'avoir le plan de fortification représentée (*fig. 50*).

Si l'on pense que pour mieux distinguer les points angulaires des différens ouvrages, il soit nécessaire d'y planter des signaux, on commencera par-là; après cela, si l'on choisit sur le terre-plein du rempart le point *A* (*fig. 50*) pour y faire la première station, on y établira la planchette, & du point *a* son correspondant (*fig. 51*), on tracera sur le papier une ligne dans la direction de chacun des angles *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, *L*, *M*, *N*, & une ligne dans la direction du point *O*, où l'on aura mis une marque quelconque. On fera seulement mesurer les distances *AN*, *AM*, *AP*, & sur l'alignement *AO* la distance *AO*; on prendra l'une après l'autre les mêmes mesures sur l'échelle du plan, & du point *a*, on portera la mesure qui conviendra au rayon correspondant à celui du terrain; alors, on aura sur le papier les points *p*, *n*, *m*, *o*, &c. qui y seront placés les uns à l'égard des autres, comme le sont les points *P*, *N*, *M*, *O*, &c. qu'ils représentent.

Avant de quitter cette station, on tracera sur la planchette qui n'aura pas été dérangée, la ligne du nord de l'aiguille aimantée, ce qui s'exécute comme on l'a dit (IIme partie, chap. VI, art. 85).

On ira au point *P*, où ayant établi la planchette,

de manière que P, p soient dans la même verticale, & que pa soit sur PA; on fera une semblable opération pour avoir sur le papier, par la section des rayons dirigés sur les mêmes angles, la position des points angulaires b, c, d, e, h, i, k, l, correspondans à ceux B, C, D, E, H, I, K, L du bastion; ensorte que tirant les lignes cd, be, ik, hl, on aura sur le papier les flancs du bastion plein, disposés comme ils le sont sur le terrain. De plus, si l'on fait mesurer la distance PF, & que l'on place le point f à pareille distance du point p, on pourra tirer les lignes fe, fh. De plus, encore, si l'on fait mesurer l'épaisseur du parapet, & que par les points e & h, on tire des parallèles à dg & gi, au cas qu'il ait une épaisseur constante, on aura toute la figure du bastion plein.

A l'égard du talus intérieur du parapet, de la largeur de la banquette & de celle de son talus (au cas que l'échelle du plan permette d'entrer dans les plus petits détails), on fera mesurer la largeur de chacune de ces parties de rempart, qui est ordinairement la même d'un bout à l'autre; alors ce sont des parallèles à mener aux lignes be, ef, fh, hl.

C'est de cette manière qu'opérant aux points O, Q, R, S, &c. en mesurant seulement leur distance entr'eux, on déterminera sur la planchette la position des angles de l'enceinte, & qu'on aura un plan exact, observant à l'égard des talus & des banquettes, ce que l'on vient de dire. Si ces différentes choses ont plus ou moins de largeur sensible à un bout qu'à l'autre; il convient de les mesurer à chacune de leurs extrêmités, sur-tout quand le plan est fort détaillé.

Pour ne rien omettre, faisons voir à présent comment il faut lier le plan des dehors avec celui de l'enceinte. Pour cela, on se rendra par la poterne à l'entrée *V* de la caponière : là, on orientera la planchette sur laquelle par conséquent les points angulaires *g*, *i*, *k*, se trouveront situés comme leurs correspondans *G*, *I*, *K* le sont sur le terrain; c'est-à-dire, que *ki* sera parallèle à *KI*, *ig* parallèle à *IG*, &c.; alors les points *V* ou *v* seront nécessairement les sommets communs des triangles semblables *IKV*, *ikv*, &c. (*Voyez le principe fondamental rapporté dans cette troisième partie*, chap. III, art. 148). On aura ce sommet par la section d'une ligne tirée par le point *K* & par son correspondant *k*, & coupée par une autre ligne, située dans la direction du point *I* & de son correspondant *i*; de ce point de section *v*, on tracera sur le papier une ligne dans la direction du point *X*; on fera mesurer la distance *VX*, afin de donner la même longueur, prise sur l'échelle du plan, à sa correspondante *vx*.

Au point *X*, on orientera la planchette immuablement, & on fera une opération semblable; alors, si l'opération précédente est exacte, on trouvera les points *K*, *X* & *I*, *k*, *x* & *i* sur les mêmes lignes; en ce cas, les points *X*, *x* seront dans la même verticale; cela étant, du point *x*, on fera partir des lignes dirigées le long de la contrescarpe; on en mesurera les parties *X*6, *XY*, *YZ*, *Z*&, &c. pour donner pareil nombre de mètres de l'échelle à leurs correspondantes sur la planchette *x*6, *xy*, *yz*, *z*&, &c.

De plus, du point *x* & de l'intervalle *x*6, on tra-

cera sur le papier la portion de cercle qu'on voit sur le terrain, à la gorge de la demi-lune.

Pour placer la demi-lune sur le plan, telle qu'elle l'est sur le terrain par rapport aux autres pièces de l'enceinte, on choisira, si l'on veut, le point A^l pour y établir & y orienter invariablement la planchette; si dans la direction de chaque point angulaire I, K, & de leur correspondant i & k, on fait passer des lignes droites, le lieu où elles se couperont sur le papier sera celui du point correspondant a^l.

De ce point A^l ou a^l, ainsi que des points B^l ou b^l, C^l ou c^l, D^l ou d^l, qu'on établira de la même manière sur la planchette, on déterminera tous les points angulaires qui sont au dehors & en dedans de la demi-lune, & on les joindra, comme il conviendra, par des lignes qui donneront sur le papier la figure de la demi-lune.

Il ne nous semble pas que l'on puisse éprouver aucune difficulté, lorsqu'on voudra lever le plan d'un chemin couvert, & le lier avec celui de l'enceinte & des ouvrages qui la couvrent, cette liaison devant se faire comme celle de la demi-lune, & le chemin couvert se lever de la même manière que la demi-lune ou que l'enceinte.

Il paroît encore nécessaire d'exposer ici la manière de rapporter ces sortes de plans en commençant par le dehors d'une place; cela peut être utile dans la guerre où l'on fait des siéges, & où il est important de connoître non-seulement la longueur des faces & des branches des ouvrages & leur disposition, mais encore leur distance à la queue ou à quelqu'autre

partie d'une tranchée, afin d'agir en conséquence de ces distances.

Dans ce que nous allons dire, on pourra supposer que les opérations se font à la distance que peuvent permettre les circonstances qui se rencontrent en temps de guerre, au lieu que nous ferons ici nos stations aussi près de la place qu'il est possible, ainsi que dans un temps de paix.

(160.) Supposons donc qu'il s'agisse de lever le plan de la fortification représentée par la *figure 50*, en le commençant au dehors des ouvrages les plus avancés dans la campagne.

D'abord on s'établira, si l'on veut, au point E' (*fig. 50*), & de son correspondant e' (*fig. 51*), on tracera sur la planchette un rayon dans la direction de l'angle flanquant C, de l'angle d'épaule D, de l'angle flanqué G du bastion plein, & aussi dans la direction de chacun des angles F', G', H', I', K', formés par le parapet du chemin couvert; on mesurera la longueur du dernier rayon $E'K'$, pour déterminer sur le papier la longueur de son correspondant $e'k'$ que l'on prendra pour base.

On ira opérer de la même manière à l'extrêmité K' de cette base, ensuite au point L', après au point M', &c. ayant soin de mesurer ces bases successives $K'L'$, $L'M'$, &c. pour donner même nombre de mètres pris sur l'échelle à leur correspondante $k'l'$, $l'm'$, &c. Ayant ainsi opéré à chacune des extrêmités de ces bases, on examinera d'abord où se fait la section des lignes dirigées des points de station e' k' sur les mêmes objets (ce que l'on connoîtra facilement,

ayant eu la précaution de marquer de la même manière les lignes dirigées sur les mêmes objets); & en ayant reconnu la position sur la planchette, on tracera les lignes $c'd'$, $d'g'$, $f'g'$, $e'i'$, $g'k'$ & $i'k'$, qui figureront sur le papier les mêmes choses que celles du terrain qu'elles représenteront.

On examinera pareillement où se coupent les rayons dirigés des autres points de station l', m', &c. sur les mêmes objets; & ayant reconnu leur position sur le papier, on y tracera les lignes dont ces points seront les extrêmités. Alors, on aura sur ce papier la position & la longueur des faces de chaque bastion du front, la position & la longueur des faces & du flanc de la demi-lune, la position, la figure & la longueur, tant intérieure qu'extérieure, des branches du parapet du chemin couvert du front supposé, ce qui suffit dans le cas où il faut ouvrir la tranchée, & même dans celui où elle devroit être poussée jusqu'au pied des glacis.

Quant on peut continuer un semblable travail, en commençant par le dehors, & qu'on a levé l'extérieur des ouvrages, ainsi qu'on vient de l'enseigner, on en prend l'intérieur, comme on l'a expliqué précédemment.

Pour ne rien omettre de ce qui peut être utile à l'ingénieur, il convient de parler de la manière de dresser une carte des quartiers; c'est ce que nous allons faire dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VIII.

Des cartes de quartiers d'armée.

(161.) Lorsqu'un général juge à propos de faire prendre des quartiers à l'armée qu'il a sous ses ordres, l'ingénieur travaille à en faire le tableau sur l'état que lui communique le chef de l'état-major : cet ingénieur se sert, pour cet effet, de la meilleure carte imprimée, dont on a fait usage pour déterminer ces quartiers, après qu'ils ont été reconnus, ou par le général, ou par les officiers qu'il en a chargés.

Sur cette carte, on écrit où il convient l'emplacement de chacun des régimens qui composent le corps d'armée; on se sert de la même couleur pour toute l'infanterie, d'une autre couleur pour toute la cavalerie, d'une autre couleur aussi pour les dragons, & d'une autre couleur encore pour les troupes légères, &c.; on joint par un accolade, où tient le numéro du régiment, tous les lieux qu'il occupe; on met par écrit, à côté de chacun de ces lieux, la quantité de troupes qu'ils contiennent, c'est-à-dire, combien il y a de bataillons ou d'escadrons, de compagnies, ou d'hommes, enfin on désigne la chaîne ou le cordon & les différentes lignes où l'on suppose les troupes, en écrivant toutes ces choses en gros caractères, allant de gauche à droite, ou faisant face à l'ennemi.

QUATRIÈME PARTIE,

QUI contient la manière de lever le plan des édifices civils & de leurs dépendances, avec la méthode d'en tracer les projets sur le terrain, & de tracer des routes dans des forêts.

ON s'occupe assez ordinairement à la ville, & plus encore à la campagne, à lever des plans particuliers par curiosité, & souvent pour projetter des changemens, des augmentations, ou des décorations : ces sortes de plans, sur-tout ceux des édifices, ne se prennent communément qu'avec le mètre & le cordeau ; voici comment on réussit à les lever avec exactitude.

CHAPITRE PREMIER.

COMMENT on lève le plan des édifices civils.

(162.) POUR réussir à lever avec précision le plan d'un édifice civil, on commence d'abord par le parcourir, afin d'en prendre connoissance, ensuite on en forme le brouillon, où l'on figure jusqu'aux moindres choses. Ce brouillon étant fait, on prend les dimensions des principales parties de cet édifice, telles que sa longueur & sa largeur extérieure, la longueur & la largeur des pièces qui le composent, & enfin les dimensions des plus petites parties de chacune de ces

LES LIEPE

l.	4.me col.	5.me			10.me col.
e s.	Nombre des hommes.	MES BIENS.			ESPÈCE de COMMERCE
		à ea	Bois de haute-futaye.	Bois taillis.	
			ares.	ares.	
ɔ	80		400	600	o
ɔ	45		o	400	Toiles.
ɔ	350		46	o	Vins.
5	80	)	o	200	o
ɔ	110	)	100	50	o
8	10	)	o	30	o
5	30	)	o	o	Peaux.
5	70	)	80	230	o
ɔ	60	ɔ	130	o	o
5	78	ɔ	o	100	o
ɔ	3000	ɔ	1800	1400	Bleds.
ɔ	28	ɔ	450	100	o
ɔ	100	o	50	o	Draps.
6	10	o	o	640	Cuirs.
9	27	o	100	o	o
7	98	o	o	230	o
8	47	o	o	120	
9	54	o	150	o	Lin.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE

Digitized by Google

différentes pièces, & à mesure on écrit ces diverses dimensions dans la figure qui les représente.

Supposons, par exemple, qu'il est question de former le plan de l'édifice civil, représenté *fig.* 52; on fera d'abord le brouillon de la cour de ce bâtiment, on en mesurera les côtés *AB*, *BC*, *CD*, *DA*, & une diagonale telle que *AC*, d'un angle *A* à son opposé *C*: on mesurera aussi la distance de l'angle *B* ou *C* à la porte, & la largeur *EF* de cette porte avec l'épaisseur des murs qui forment cette cour. De plus, encore, on prendra les épaisseurs des murs, les différentes largeurs des portes, des fenêtres, & les intervalles de toutes les parties qui composent le lieu où est la remise & l'écurie; enfin, on mesurera le diamètre du puits & sa distance à l'angle *D*: chacune de ces dimensions s'écrira à mesure sur le brouillon, le long des choses qui représentent celles qui sont sur le terrain.

On visitera ensuite le rez-de-chaussée pour en figurer le brouillon, & le distribuer à vue, comme l'est cette partie de l'édifice; on prendra la longueur des côtés de chaque pièce, avec tout le menu détail, comme embrasures de fenêtres, largeur de portes, épaisseur & largeur de leurs piédroits, largeur & profondeur des cheminées, épaisseur & saillie de leur chambranle; épaisseur des murs, des cloisons, &c.; largeur des rampes d'escalier, de leurs palliers, de leurs marches, avec la quantité qu'il y en aura, & on cotera chacune de ces choses sur le brouillon, aussi-tôt qu'on en aura pris les dimensions. Au surplus, on prendra dans les pièces la longueur d'une

ligne, allant d'un angle à son opposé, ou la longueur d'une autre ligne, allant d'un point déterminé sur l'un des côtés de la place à un autre point aussi déterminé sur le côté voisin, afin de pouvoir par ce moyen former, en rapportant ce plan (*fig.* 53), d'après les cotes du brouillon, les angles tels qu'ils sont sur le terrain.

A l'égard des étages supérieurs de l'édifice supposé, on en fera de même le brouillon, où l'on cotera aussi à mesure les dimensions que l'on prendra dans toutes les pièces de ces différens étages, afin d'éviter les transpositions auxquelles on seroit exposé : cela étant fait, on aura le brouillon du plan de tout l'édifice.

MOYEN qu'on doit employer pour avoir le centre & le rayon d'une tour, afin de la lier avec précision au plan de l'édifice dont elle fait partie.

(163.) La plupart des anciens châteaux ont ordinairement des tours à leurs extrêmités, dont le centre est souvent ailleurs qu'au concours de deux murs contigus. Pour avoir le diamètre d'une tour, il ne suffit pas de chercher en tâtonnant avec un instrument la distance perpendiculaire entre deux parallèles qui lui seroient tangentes ; d'ailleurs ce diamètre ainsi trouvé peut être plus ou moins éloigné de l'édifice, ou plus ou moins à droite qu'à gauche. Il faut donc, outre le diamètre de ces tours, avoir les moyens de les attacher au plan, comme elles le sont à l'édifice même : pour faire ces sortes d'opérations, on n'a besoin que d'un double mètre & d'un cordeau.

(164.) Si l'on peut opérer au dehors de la tour,

voici comme il faut s'y prendre pour en avoir le centre & le rayon, avec les moyens de la lier au plan de l'édifice, ainsi qu'elle y est véritablement attachée sur le terrain. De chaque côté de la tour (*fig.* 54), on tendra un cordeau *a b* ou *d e*, qui ne la touchera qu'à un point *b* ou *e*; on mesurera avec soin la distance des points d'attouchement *b*, *e* aux points *a*, *d*, où ce cordeau viendra aboutir sur les murs qui joindront la tour de part & d'autre; on mesurera aussi sur ces murs les distances des bouts *a*, *d*, du cordeau à un point *f*, *g*, qui y sera déterminé, ou qu'on y déterminera, en levant le plan de tout l'édifice; enfin on mesurera les distances de ces points *f*, *g*, au point d'attouchement *b*, *e*; & en même temps, on écrira ces différentes dimensions sur le brouillon, pour y avoir le moyen de rapporter sur le plan les points *b*, *e*, qui y seront situés, comme sur le terrain. Si des points *b*, *e*, posés sur le plan que l'on formera d'après les cotes de ce brouillon, on élève sur chaque tangente *ab*, *de*, une perpendiculaire *bc*, *ec*, le point *c* où elles se couperont sera incontestablement le centre de la tour. Si par hazard les tangentes *ab*, *de*, sont parallèles, les lignes d'équerre *bc*, *ec* formeront une seule ligne droite qui sera nécessairement le diamètre de la tour, par conséquent son centre sera au milieu *c* de cette ligne droite.

(165.) Si la tour (*fig.* 56) ne tient à rien, & qu'il s'agisse d'en avoir le rayon, il faudra pour cela tendre deux cordeaux *ba*, *da*, qui lui soient tangens, & qui aient un point commun *a*; ensuite mesurer leur longueur *ab*, *ad*; mesurer aussi sur ces cordeaux la

distance de leur point commun *a* aux points *e*, *f*, pris à volonté sur ces tangentes & mesurer encore la distance *ef* entre ces points, afin de déterminer l'ouverture de l'angle *bad*, formé par les cordeaux *ab*, *ad*, lorsqu'on rapportera sur le papier les opérations faites sur le terrain, & cotées sur le brouillon. Alors pour avoir le centre *c* de la tour & son rayon, il faudra élever à l'extrêmité *b*, *d* de chaque tangente une ligne qui lui soit perpendiculaire : le point *c* commun à ces lignes d'équerre sera le centre *c*, & la ligne *cb* ou *cd* sera le rayon de la tour.

(166.) Si la tour est environnée d'un fossé (*fig. 35*) de manière qu'on ne puisse prendre au dehors les moyens d'en déterminer le centre & de la lier au plan du château ; il faudra, pour cet effet, opérer dans l'intérieur de l'édifice.

D'abord on tendra un cordeau qui rasera l'un des côtés *e* de la porte de la tour, & qui ira d'un point *b* pris dans l'intérieur de cette tour à un point *a* situé sur un des côtés de la pièce qui la précédera : on mesurera la longueur de cette ligne *ab*, & les distances *fa*, *fg*, *ga*, que l'on cotera en même temps sur le brouillon, afin d'y avoir les moyens de déterminer l'inclinaison de la ligne *ab*, & la situation du point *b* à l'égard du côté *fa* ; on mesurera aussi la partie *eb* du cordeau qui sera renfermée dans la tour ; on y mesurera encore deux cordes *ed*, *bd*, qui formeront avec *eb* un triangle *bed* qui y sera inscrit : ces différentes dimensions étant à mesure cotées sur le brouillon, ainsi que l'épaisseur du mur qui figure la tour, on y aura les moyens de situer cette tour sur le plan

de l'édifice, comme elle l'est sur le terrain par rapport à l'édifice même, & son centre *c* sera au concours des perpendiculaires élevées sur le milieu de chacune des cordes *be*, *bd*, *de*, ce qui est évident.

(167.) Si cette tour environnée au dehors de quelque manière que ce soit, ne tient à rien, on aura son centre *c* & son rayon, en mesurant les trois côtés d'un triangle *bed* qu'on y inscrira avec le cordeau.

(168.) Dans l'intérieur d'une tour (*fig. 57 ou 58*), on pratique assez communément une pièce à angles droits: pour avoir le centre & le rayon d'une pareille tour, on opérera à son extérieur, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment (164 ou 165); mais si la chose est impossible au dehors, on agira dans l'intérieur de l'édifice de la manière suivante.

Le long d'un cordeau tendu du point *b* au point *a*, en passant par le milieu de deux côtés parallèles, on mesurera la longueur de la ligne *ab*, avec les distances *ea*, *ed*, *ad*, afin de déterminer l'inclinaison de cette ligne *ab*, & la situation du point *b* par rapport au mur *ea*; on mesurera les côtés de la pièce, l'épaisseur *bh* du mur, on cotera à mesure ces dimensions sur le brouillon, & on y aura ce qu'il faudra pour rapporter cette tour sur le plan; son centre sera à égale distance de deux côtés parallèles, c'est-à-dire, où se croiseront les diagonales de la pièce qu'on y aura pratiquée, & *ch* sera le rayon du cercle qui la terminera.

Pour peu que l'on fasse attention à ce qu'on vient de dire, on ne trouvera pas de difficultés à prendre sur le terrain les mesures convenables pour déter-

miner, en rapportant un brouillon, le rayon d'une tour & la situation de son centre par rapport aux autres parties d'un édifice, si l'entrée de la tour se trouve de côté, de manière que le cordeau *ab* ne puisse être tendu perpendiculairement sur le milieu de deux côtés parallèles de la pièce faite dans la tour.

Nous ne dirons rien des mesures qu'il faut prendre sur le terrain & coter sur un brouillon pour parvenir à lever, à former & à lier au plan d'un édifice les tours à pans qui peuvent y tenir; la chose est trop aisée pour nous y arrêter.

Après ces exemples, on ne peut être embarrassé à l'égard des dimensions qu'il faut prendre sur le terrain & coter sur le brouillon du plan d'un édifice, non plus que sur celles d'un bassin ou autres pièces d'eau, d'un bosquet, d'une charmille, d'un gazon, &c. terminés à certains endroits par des portions de la circonférence d'un cercle, pour placer leur centre sur le plan, comme ces centres le seront sur le terrain, par rapport aux différentes lignes ou aux différens points voisins de ces portions circulaires.

COMMENT on lève le plan de ce qui dépend & tient à un édifice.

(169.) Quant au plan des dépendances utiles & agréables d'un édifice, on les parcourt, ainsi que l'édifice, pour en prendre une idée & en faire le brouillon : l'essentiel est d'en bien mesurer les différentes longueurs, & de pouvoir aussi avoir les distances entre les angles opposés, afin de renfermer le tout dans quelques grands triangles; il s'y rencontre souvent

souvent des obstacles, alors on mesurera intérieurement une distance arbitraire, mais cependant la plus longue qu'il est possible, sur chacun des côtés du même angle, en partant de son sommet.

Par exemple, à l'égard de ce qui tient à l'édifice supposé (*fig.* 52), on mesurera la distance de *G* en *O* & de *G* en *N*, de *H* en *P* & de *H* en *Q*, de *I* en *R* & de *I* en *S*; on mesurera en même temps aussi les distances *NO*, *PQ*, *RS*, & on les cotera chacune pareillement aussi tôt sur le brouillon.

Si on ne peut faire ces opérations dans l'intérieur du clos, on prend son parti au dehors, ayant égard à l'épaisseur des murs ou autres limites; c'est-à-dire, que des points de réunion *T* ou *M* de deux murs contigus, on mesure sur chacun une longueur raisonnable, comme *TX*, *YZ*; sur les prolongemens de l'autre une longueur aussi arbitraire *TV*, *Y&*, & ensuite les distances *VX*, *&Z*; ensorte que ces dimensions étant prises avec précision & cotées sur le papier, on a le brouillon de l'enceinte, & par conséquent les moyens d'en faire le plan exact.

Après avoir mesuré les côtés de la clôture, & aussi ce qui convient pour rapporter sur le papier les angles tels qu'ils sont sur le terrain, on mesure encore les parties de chacune des choses renfermées dans cette clôture, ayant toujours attention de les coter aussitôt sur le brouillon. Cela fait, on aura le croquis de ce qui dépend & tient à l'édifice.

Il est inutile d'en dire davantage sur ce sujet; un volume seroit insuffisant pour contenir toutes les figures variées en architecture champêtre, selon le

goût de la personne qui imagine, ou selon la place que la chose doit occuper, & pour renfermer enfin tous les différens compartimens que l'on peut vouloir; d'autant mieux encore que les personnes préposées pour lever ces sortes de plans, & celles qui s'en amusent, sont ordinairement pourvues de connoissances, & ne manquent d'aucun moyen pour réussir dans tous les cas qui peuvent se rencontrer.

COMMENT on rapporte sur un papier le brouillon d'un édifice & celui des choses qui y tiennent afin d'en former un plan exact.

(170.) Lorsqu'on a le brouillon d'un édifice, par conséquent la figure & les dimensions de toutes les parties qui le composent, celle des choses qui en dépendent & qui y tiennent; que ce brouillon a été fait avec soin & intelligence, de manière qu'on n'y a rien omis des cotes nécessaires pour faire un plan bien exact, il est fort aisé de former ce plan; pour cela, il faut consulter le brouillon, y lier les unes après les autres les opérations qui ont été faites sur le terrain, & selon les cotes marquées sur le brouillon, les rapporter à mesure sur le papier, en exécutant avec la règle & le compas, ce qui a été fait avec le le double mètre & le cordeau. Suivant ainsi pas-à-pas ce qui est indiqué par un brouillon, on détermine les points, la situation des lignes & l'ouverture des angles, de manière que l'on parvient à placer toutes ces choses les unes à l'égard des autres, comme elles le sont sur les lieux mêmes, & qu'enfin on a le plan exact d'un édifice & de ce qui y tient.

CHAPITRE II.

De la manière de tracer les projets sur le terrain.

TRACER un projet sur le terrain, c'est l'y marquer de grandeur naturelle, selon les proportions attribuées sur le plan qui le représente aux parties qui le composent.

(171.) Lorsqu'on veut tracer sur le terrain le projet d'un bâtiment ou d'une maison, & aussi celui de ses jardins, de ses potagers, de ses vergers, de ses bosquets, de son parc, &c. on commence d'abord par coter sur le plan, dont il s'agit, ses principales dimensions, ensuite celles de toutes les parties tant de l'édifice que de ce que l'on a dessein d'exécuter dans ses environs, de la même manière qu'on les écriroit sur un brouillon qu'on leveroit pour le rapporter après sur un papier. On a soin d'écrire aussi sur ce plan la longueur des diagonales, dont on prévoit avoir besoin pour tracer avec exactitude les plus grandes parties du projet, & séparément chacune des petites parties qui le composent; après cette préparation, on se transporte sur le terrain, où, si on a une direction déterminée, on s'y assujettit d'abord; ensuite étant muni d'un cordeau, d'un double mètre & de piquets, on trace toutes les autres lignes du projet, en leur donnant autant de longueur qu'on en voit de cotées sur le plan le long de leurs correspondantes; on termine ces différentes lignes par un piquet, & en même temps qu'on les trace, on fait usage

des précautions qu'on a prises pour déterminer les angles qu'elles doivent former : ceci s'entendra mieux par les exemples suivans.

MANIÈRE de tracer sur le terrain le projet d'un édifice civil, & celui des choses qui appartiennent à l'architecture champêtre.

(172.) Supposons que le plan de l'édifice civil, représenté *figure 53*, est celui d'un projet que l'on veut exécuter sur le terrain ; pour cet effet, on se sert ordinairement du double mètre & du cordeau.

Par exemple, le point *A* ou le point *B* étant déterminés sur le terrain (*fig. 52*) & aussi la situation de la ligne *AD* ou *BC*, on fait tendre le cordeau dans cette direction, & on fait ces lignes de la longueur cotée le long de leur correspondant *ad* ou *bc* (*fig. 53*), ensuite on détermine avec le cordeau & le double mètre (selon les cotes du projet) les points *B*, *C*, *D*, de même que les points *G*, *H*, *I*, *K*, *L*, *M*, qui représentent ceux *b*, *c*, *d*, & *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, du plan ; on marque après l'épaisseur des murs, par des piquets que l'on plante à chacune des extrémités. Quand l'enceinte totale est ainsi marquée, on consulte le plan pour tracer, selon leur distance & leur épaisseur, les principaux murs de fondation qui forment les différentes pièces du bâtiment.

Quant au menu détail, comme portes, fenêtres, cheminées, perrons, escaliers, &c. qui ne prend naissance qu'au niveau du terrain, ou quelques pieds au-dessus, on le trace de même lorsque les fondemens ont été élevés jusques-là ; le menu détail des étages

supérieurs se trace pareillement, lorsque les principaux murs sont à la hauteur qui convient.

A l'égard des jardins, des pièces d'eau, des bosquets, &c. le tracé s'en fait de la même manière, allant de détail en détail; pour cela, il ne s'agit que de l'assujettir à l'enceinte, comme le marque le projet, en suivant les cotes qu'on y a écrites, & ainsi on aura sur le terrain la figure exacte de tout ce qui est marqué sur ce plan.

USAGE de la planchette pour tracer un projet sur le terrain.

(173.) Nous avons fait voir que la planchette est très-commode pour lever avec exactitude toute sorte de détails, excepté seulement celui des édifices civils. Montrons maintenant qu'elle a le même avantage pour tracer des plans sur le terrain, & particulièrement ceux des fortifications durables, des passagères; ceux des grands jardins, des parcs, &c. qu'on voudroit faire exécuter.

Pour cet effet, on attache le plan du projet sur la planchette, & on se sert de cet instrument de la même manière que pour lever, avec cette différence seulement que c'est ce qui est sur le papier qu'il faut mettre de grandeur naturelle sur le terrain; pour réussir, il convient que le plan, dont il s'agit, soit pourvu des dimensions de toutes les parties qui le composent.

MANIÈRE de tracer sur le terrain un projet de fortification.

(174.) Imaginons qu'il est question de tracer sur le terrain le plan de la fortification, représentée *figure 51.*

La direction du côté extérieur $G2$ (*fig. 50*), & le point G étant déterminé sur le terrain, on établira la planchette à ce point G représentant son correspondant g (*fig. 51*); on fera convenir $g2$ sur $G2$, & on fixera la planchette; alors dans la direction de GD & de GI, on fera mettre un piquet D & un piquet I, à la distance marquée sur le plan entre g & d, & entre g & i; on fera mettre un autre piquet 4 & un autre piquet 2 dans la direction de la ligne de défense $G4$, & du côté extérieur $G2$, à la distance où sont les points correspondans 4 & 2, à l'égard de l'angle saillant G. Cela fait :

On établira la planchette à l'angle d'épaule I, de manière que son correspondant i soit dans la même verticale, & que IG convienne parfaitement dans l'alignement de la face correspondante ig; ce qui étant fait & la planchette rendue immobile, on fera planter dans la direction du flanc K, un piquet K à la distance du point I, cotée sur le plan entre les extrémités du flanc correspondant ik.

On viendra établir la planchette à l'angle flanquant K, de façon que K & k soient directement l'un sur l'autre, & le flanc IK dans la situation du flanc correspondant ik; cela étant, le point 4 déjà marqué sur le terrain se trouvera dans la direction de la courtine $k4$; il s'agira seulement de voir si cette courtine aura la longueur cotée sur le plan le long de sa correspondante $k4$. On fera aussi mettre un piquet dans la direction de la ligne de défense $K2$ à l'endroit 3, marquée à la distance cotée entre k & 3 : dans cette direction doit se rencontrer l'extrémité 2 du côté

extérieur *G2*, qui a déjà été marqué par un piquet. Cela étant, on fera mesurer la face comprise entre 3 & 2 du bastion, pour voir si elle est de la longueur écrite sur le plan, entre les extrêmités 3 & 2 de sa correspondante 3 & 2; ce qui ne peut être autrement, si l'on a pris soin de bien accorder les points & les lignes du terrain avec leur correspondant sur le papier.

On viendra ensuite poser la planchette, comme il convient, à l'angle flanqué du bastion, afin de marquer de la manière qu'on vient de l'expliquer, l'extrêmité 5 de la face comprise entre 2 & 5, de ce bastion plein.

Si on continue de la sorte, on aura avec la dernière précision, le tracé de tous les bastions de la fortification, & par conséquent la ligne magistrale de la forteresse projettée, à l'égard de laquelle toutes les parties intérieures du rempart sont faciles à tracer, la plupart étant parallèles à cette magistrale, elles ne se marquent qu'à mesure qu'il convient de les former.

Nous ne dirons rien de la manière de tracer les pièces extérieures à l'enceinte & le chemin couvert, parce que cela est également aisé, & qu'on n'y peut rencontrer aucune difficulté.

Cette manière de tracer les projets est plus expéditive & plus précise que toute autre méthode; par son moyen les perpendiculaires, les parallèles & les lignes obliques sur d'autres se marquent plus exactement sur le terrain que de toute autre manière: les

deux exemples que nous en allons encore donner suffiront pour la bien développer.

MANIÈRE de tracer sur le terrain un projet de jardin.

(175.) Supposons qu'on veuille tracer sur le terrain, le projet de jardin représenté *fig. 53*.

On marquera d'abord sur le terrain (*fig. 54*) le point III à autant de mesures réelles de la face *GM* de l'édifice, qu'il y en a sur le plan entre le point 2 & le point 3 (*fig. 53*), ayant par avance déterminé le point II à la distance du point *G*, cotée entre les points correspondans *g* & 2; ensuite on placera un repère IV à autant de distance du point I, qu'il y en a sur le projet entre le point 1 & le point 4. Cela fait:

On établira la planchette au point III, de manière que son correspondant 3 soit dans la même verticale, & que la ligne 3 & 4 soit dans la direction de la ligne III & IV qui la représente; ce qui se fait, comme on le conçoit, en se servant de l'alidade, dont on approche la règle le long de la ligne que l'on accorde avec celle du terrain, & au bout de laquelle on pose pour l'ordinaire des aiguilles bien fines pour assujettir cette règle, & empêcher qu'elle ne se dérange. Cet accord ayant lieu, on fixera la planchette; & suivant l'alignement 9 & 15, on tracera celui qui lui doit correspondre sur le terrain, en faisant mettre des piquets à autant de mesures réelles qu'il y en a, selon les cotes du plan, entre le point 3 & le point 6, entre le point 6 & le point 7, entre le point 7 & le point 8, entre le point 8 & le point 9; & d'autre côté entre 3 & 11, entre 11 & 12, entre 12 & 13, entre 13 &

14, & entre 14 & 15; ensorte qu'on aura sur le terrain les points VI, VII, VIII, IX & XI, XII, XIII, XIV, XV, qui correspondront à ceux du plan.

Du point III, encore, & dans l'alignement des lignes 3, 10; 3, 16; & 3, 5, on fera planter des piquets X, XVI, V à la distance marquée sur le plan 3 & de chacun des points 10, 16, 5.

On viendra, si l'on veut, établir la planchette au point XIV, de manière que ce point soit dans la verticale de son correspondant 14, & que l'alignement 14, 9, soit précisément dans la direction de l'alignement XIV, IX qu'on vient de tracer. Cela étant ainsi, & la planchette ne pouvant varier, on fera planter sur le terrain les piquets XVII, XVIII, XIX à autant de distance l'un de l'autre qu'il y en a entre leur correspondant 17, 18, 19. Cette opération étant faite :

On viendra, par exemple, encore établir la planchette de la même manière au point XVII. De ce point, & selon l'alignement 17, 26 du plan, on fera planter sur le terrain les piquets XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI à autant de distance les uns des autres qu'il y en a sur le projet entre les points correspondans 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 : de ce point XVII, on déterminera pareillement, si on le veut, les points XXIX, XXVII, XXVIII, XXX, qui représenteront les points 29, 27, 28, 30.

Si on continue d'opérer de la sorte aux points de station que l'on choisira, on parviendra à tracer entièrement sur le terrain le plan du jardin supposé, en faisant usage d'une chaîne ou d'un cordeau, pour y tracer aussi (des centres déterminés) les cercles

ou les portions de cercle que l'on voit sur ce plan.

Manière de tracer des routes dans les forêts.

(176.) On éprouve quelquefois des difficultés à tracer dans les forêts des routes qui aboutissent précisément à des points déterminés; les trouées que l'on fait pour cet effet laissent souvent à droite ou à gauche l'objet où l'on veut qu'elles arrivent; d'où il résulte que le bois qu'on a la précaution d'abattre pour parvenir droit au but, fait une perte & une chose désagréable à voir.

Un moyen sûr pour diriger ces routes directement d'un lieu à un autre, c'est de se servir pour cela de la planchette.

Pour réussir dans ces sortes d'entreprises, il faut ou avoir un plan bien exact de la forêt, ou prendre le parti de le lever avec la précision qu'on y peut apporter; sur ce plan, on marquera les routes que l'on se propose de percer dans la forêt, & on l'attachera ensuite sur la planchette que l'on établira après au lieu où doit commencer la route projettée, en faisant bien accorder les lignes du plan avec celles du terrain qu'elles représenteront. Alors en se servant de l'allidade, dont la règle sera mise avec beaucoup de soin le long de la route marquée sur le plan de la forêt, on fera planter des piquets dans la direction de cette route, & la trouée que l'on fera faire à mesure, arrivera précisément à son terme, si le plan a été levé avec exactitude.

Par exemple, imaginons que l'on a projetté sur le plan de la forêt, représenté (*fig.* 60) la route *ab* que

l'on veut percer dans cette forêt. Si le point *A* (*fig. 59*) d'où elle doit partir n'est pas déterminé, on verra sur le plan à quelle distance son correspondant *a* se trouve de *c* ou de *d*, afin de le placer à pareil éloignement de *C* ou de *D*. Alors à ce point *A*, on arrangera la planchette immuablement, de manière que les points correspondans *A*, *a* soient dans la même verticale, & que les lignes *ac*, *ad* soient précisément dans l'alignement de celles du terrain *AC*, *AD*. Cela étant, on ajustera avec beaucoup de soin la règle de l'allidade le long de la route projettée *ab*, pour s'en servir à bien conduire sa trouée que l'on commencera dans cette direction; à mesure qu'elle avancera, on y plantera des piquets que l'on fera tailler en pointe par le haut, afin de les mieux aligner; ils représenteront une ligne qui semblera être vraiment tracée sur le terrain, & qui aboutira exactement au point *B*, fut-il dans un fond, comme on le suppose ici, où on ne peut l'appercevoir que lorsqu'on en est près.

FIN.

611281
SBN

De l'Imprimerie de QUILLAU, rue du Fouare, N.° 2.

EXTRAIT du Catalogue des Livres qui se trouvent chez BARROIS *l'aîné & FILS, Libraires, à PARIS.*

ARCHITECTURE moderne ou l'Art de bien bâtir pour toutes sortes de personnes. Nouvelle édition changée & augmentée, par Jombert. 2 vol. *in*-4. fig.

D'AVILER. Dictionnaire d'Architecture civile & hyd aulique, où l'on explique les termes de l'Art de bâtir & de ses différentes parties, *in*-4.

BELIDOR. Architecture hydraulique. 4 vol. *in*-4. fig.

BELIDOR. Nouveau Cours de Mathématique, à l'usage de l'Artillerie & du Génie. Nouv. édit. *in*-4. fig.

BLONDEL. Cours complet d'Architecture, 12 vol. *in*-8. dont six de Discours & six de Planches.

BONNOT. Détail général des Fers, Fonte, Serrurerie, Ferrure & Cloutèrie à l'usage des bâtimens *in*-8.

CLAIRAC. L'Ingénieur de campagne ou Traité de la fortification passagère. Sec. édit. *in*-4. fig.

DELAGARDETTE. Nouvelles Règles pour la pratique du Dessin & du Lavis de l'Architecture civile & militaire, *in*-8. 20 planches.

DERAGUE. Nouveau Traité de la coupe des Pierres. *Gr. in-folio.* fig.

DUPAIN. Connoissances géométriques nécessaires aux Militaires. *in*-8. fig.

DUPAIN. La Science des ombres qui ont rapport au Dessin, avec le Desinateur au cabinet & à l'armée, *in* 8. fig.

FREZIER. Elémens de Stéréotomie, ou Abrégé de la théorie & de la pratique de la Coupe des Pierres; 2 vol. *in*-8 fig.

FREZIER. Traité de Stéréotomie, ou la théorie & la pratique de la coupe des Pierres & des Bois; 3 vol. *in*-4 fig.

GAUTIER. Traité de la construction des Chemins *in*-8. fig.

GAUTIER. Traité des Ponts, quatrième édition, *in*-8. fig.

GINET. Manuel de l'Arpenteur. *in*-8. fig.

GINET. Supplément au Manuel de l'Arpenteur. *in*-8. fig.

GINET. Toisé général du Bâtiment. *in*-8. fig.

JEAURAT. Traité de Perspective, à l'usage des Artistes. *in*-4. fig.

JOUSSE. L'Art de Charpenterie, corrigé & augmenté, par de la Hire. *in-folio.* fig.

LACAILLE. Leçons élémentaires d'Astronomie, dernière édit. *in*-8. fig.

LACAILLE. Leçons élémentaires de Mécanique, dern. édit. *in*-8. fig.

LACAILLE. Voyez Tables de Logarithmes.

LAGRANGE. Traité de Mécanique analytique. *in*-4.

LALANDE. Astronomie, troisième édition. 4 vol. *in*-4. fig.

LALANDE. Des Canaux de Navigation, & spécialement du Canal de Languedoc. *in-folio gr. papier.* fig.

LE CLERC. (Sébastien) Traité de Geométrie théorique & pratique, à l'usage des Artistes. *in*-8. fig.

MESANGE. Traité de Charpenterie & des Bois de toute espece, avec un Tarif général des Bois & un Dictionnaire des termes de charpente. 2 vol. *in*-8. fig.

MESANGE. Nouveau Tarif du toisé de la Maçonnerie, tant superficiel que solide, où l'on trouve les Calculs tout faits. *in*-8.

MONTALEMBERT. Art défensif supérieur à l'offensif. 11 vol. *in*-4. fig.

NOIZET SAINT-PAUL. Traité complet de Fortification;

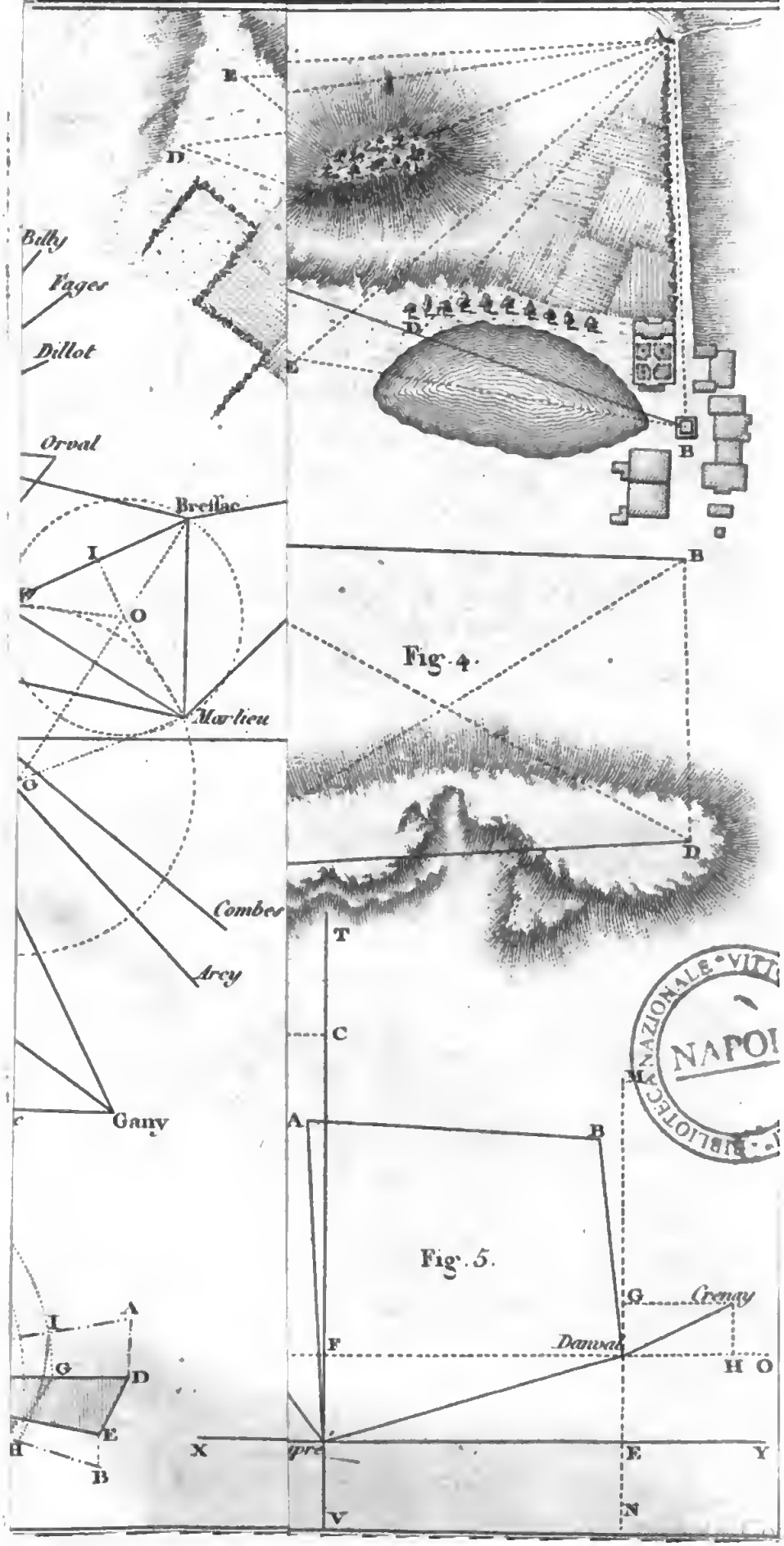
Première Partie: de la Fortification des Places de guerre *in*-8. fig.

Deuxième Partie: de la Fortification de campagne ou passagere. *in*-8. fig.

PAPILLON DE LA FERTÉ. Elémens d'Architecture, de Fortification & de Navigation. *in*-8. fig

POTAIN. DÉTAIL des Ouvrages de menuiserie pour les Bâtimens. *in*-8. fig.

Tables de Logarithmes pour les sinus, tangentes, & pour tous les nombres naturels, depuis 1 jusqu'à 21.600. (par la CAILLE, la LANDE & MARIE). Nouv. édit. corrigée. *in*-8.


E
D
Bilhy
Pages
Dillot
Orval
Breilac
I
O
Marlieu
G
Combes
Arcy
Gany
A
D
B
Fig. 4.
B
D
T
C
A
B
Fig. 5.
G
Crenay
F
Danval
H
O
L
A
G
D
E
H
B
X
E
Y
V
N

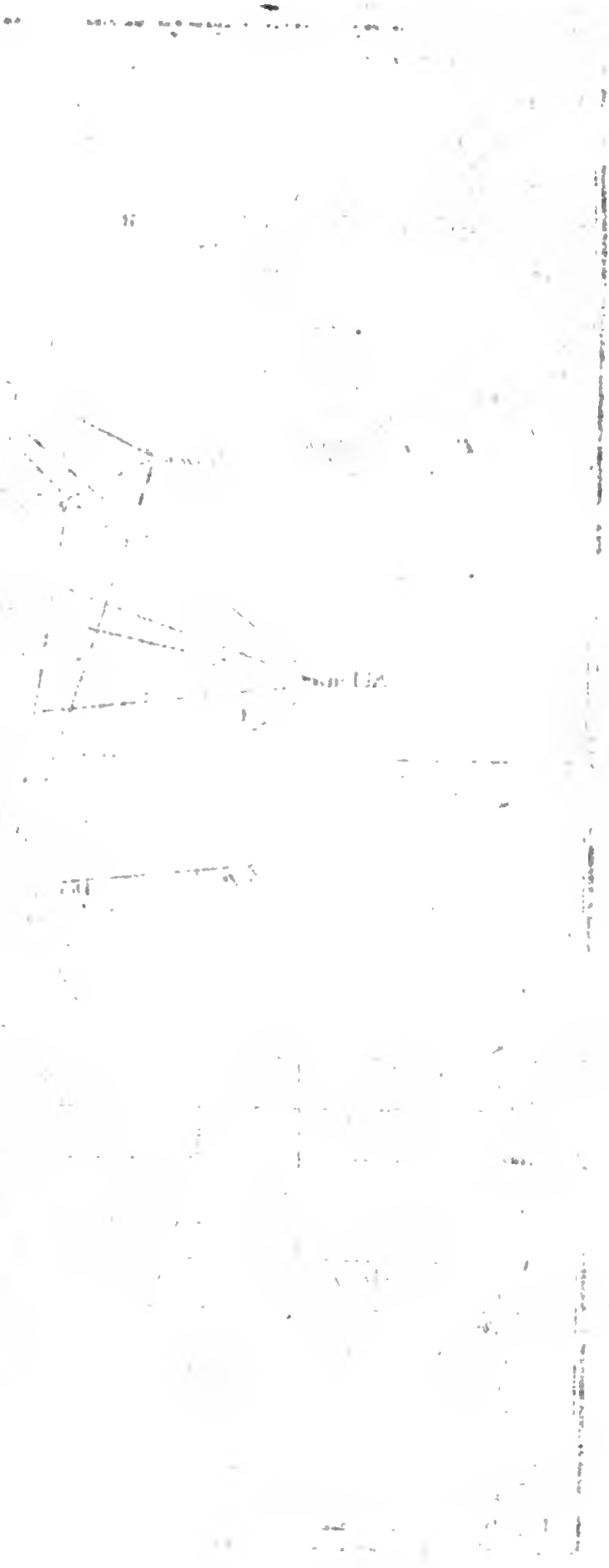


Fig. 16.

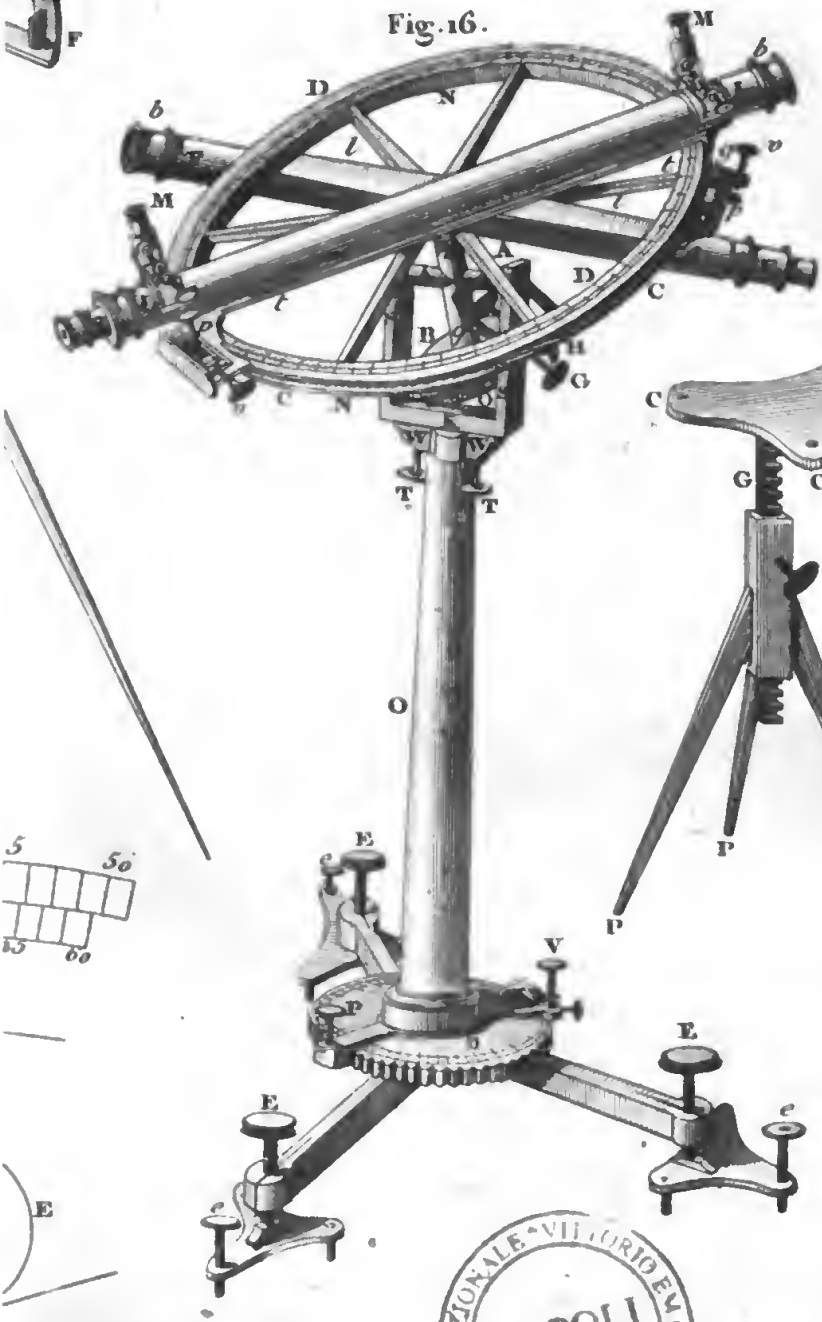
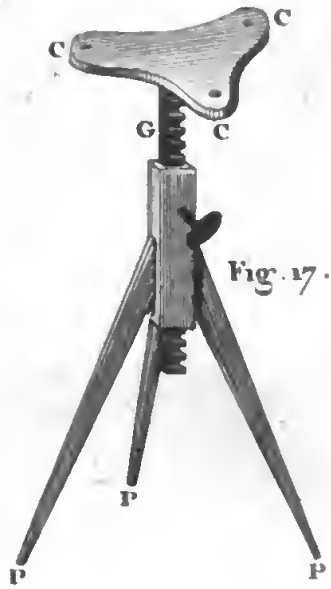
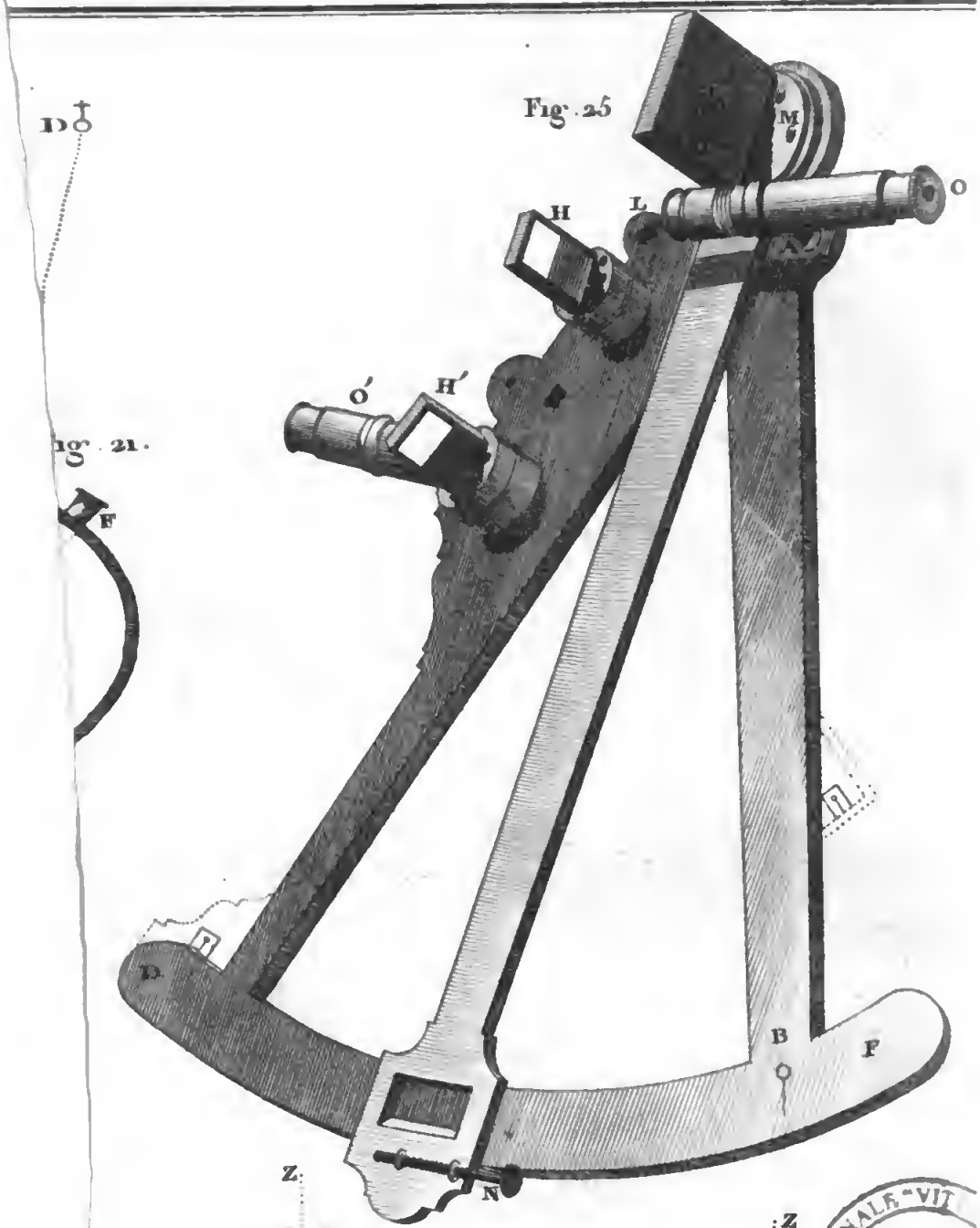


Fig. 17.



BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Gravé par Gatte.



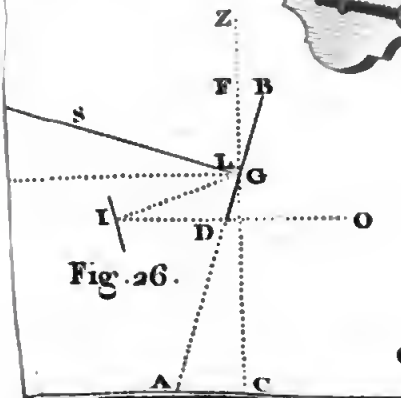


Fig. 26.

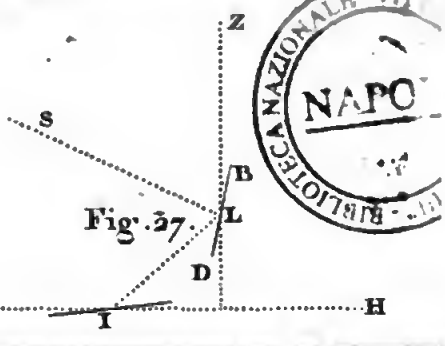


Fig. 27.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VIT
NAPO

Gravé par Gaitte

Fig. 33.

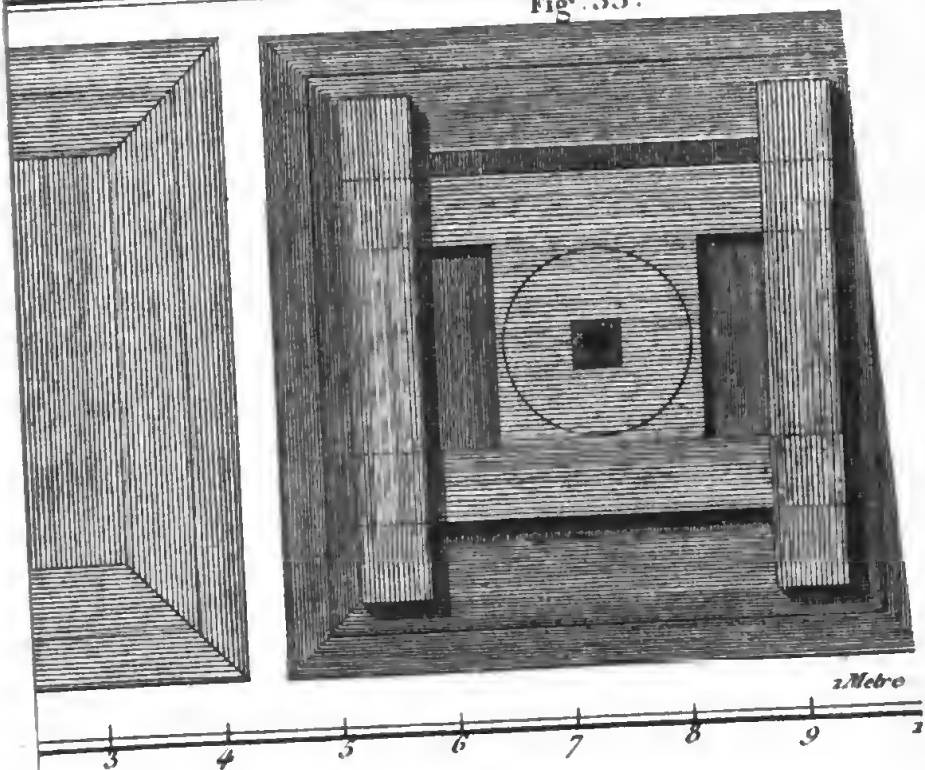
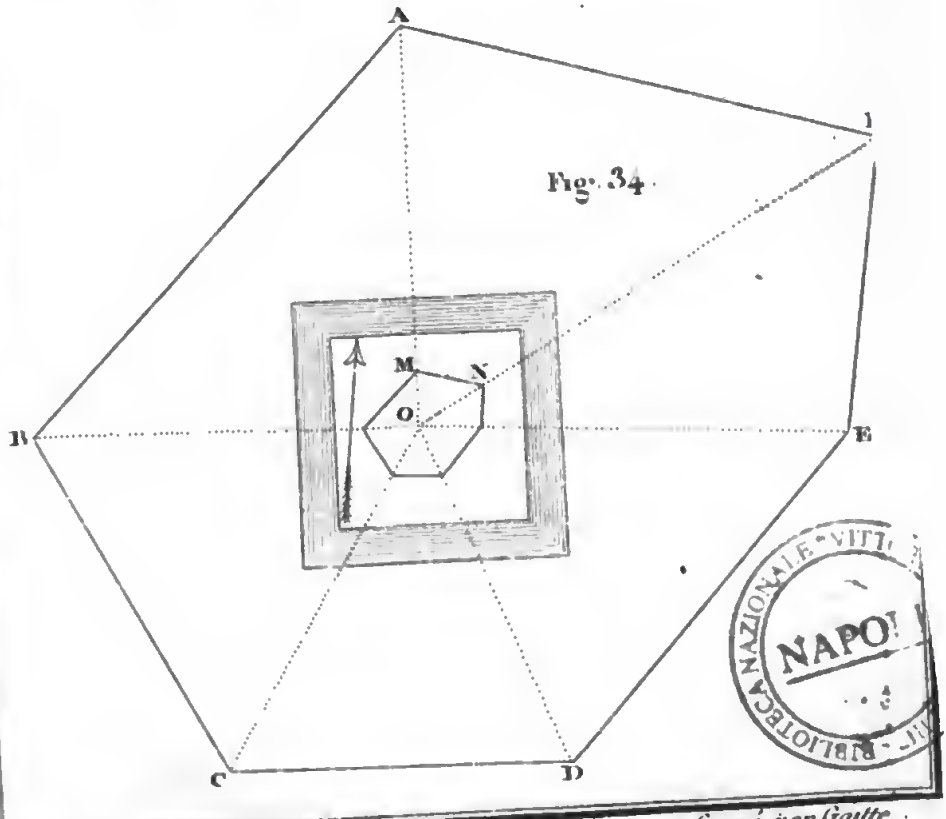


Fig. 34.



BIBLIOTECA NAZIONALE

Gravé par Gaitte

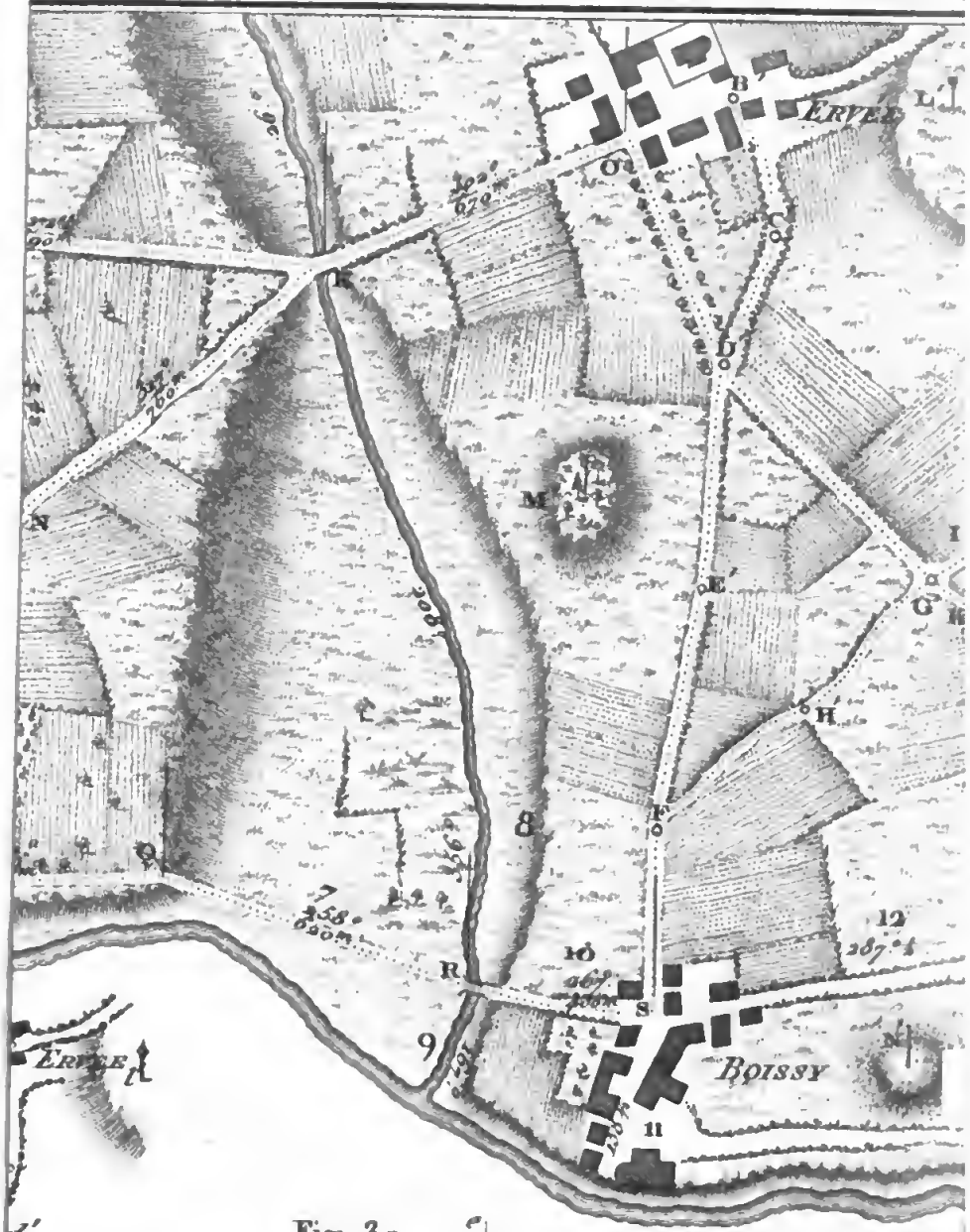


Fig. 39.

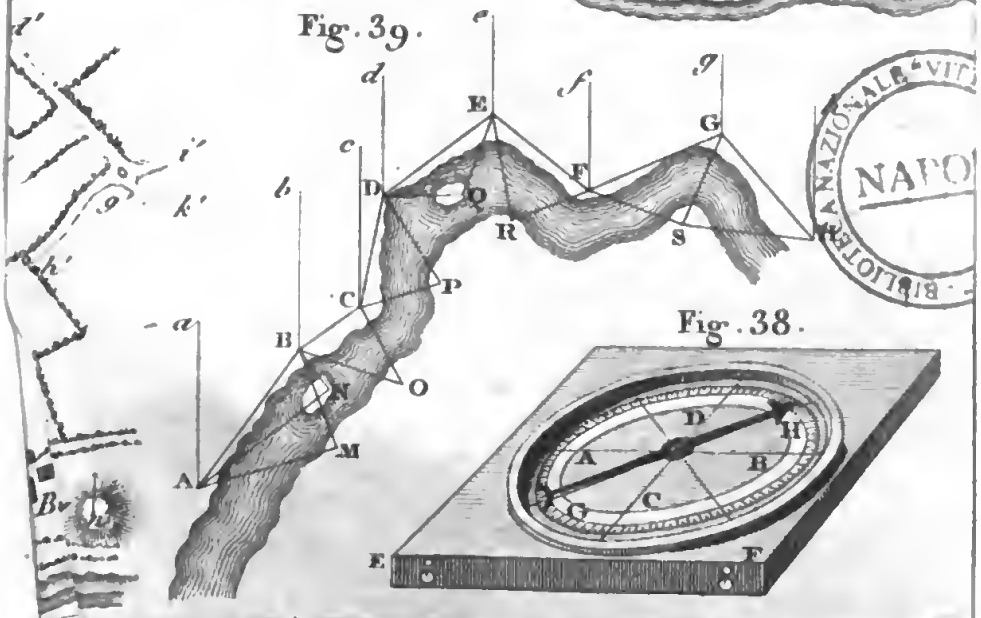
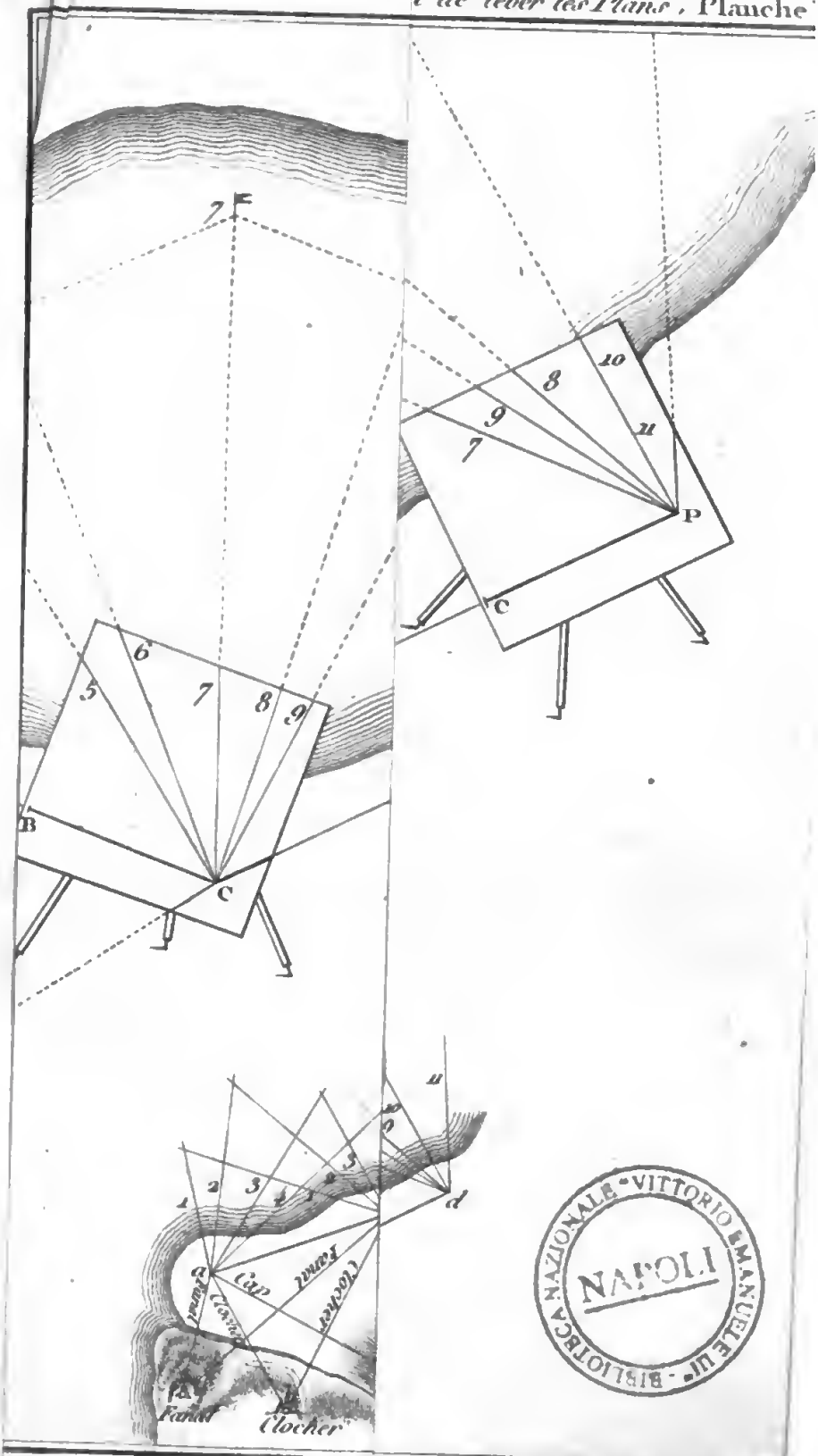


Fig. 38.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITT
NAPO

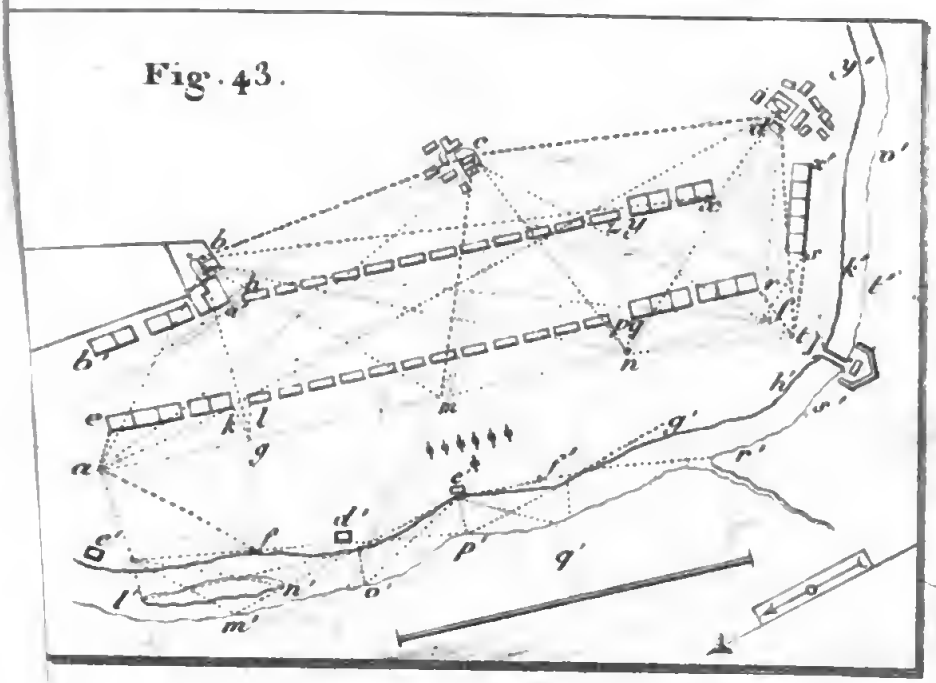


BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III"
NAPOLI

Gravé par Gaille.

Google

Fig. 43.



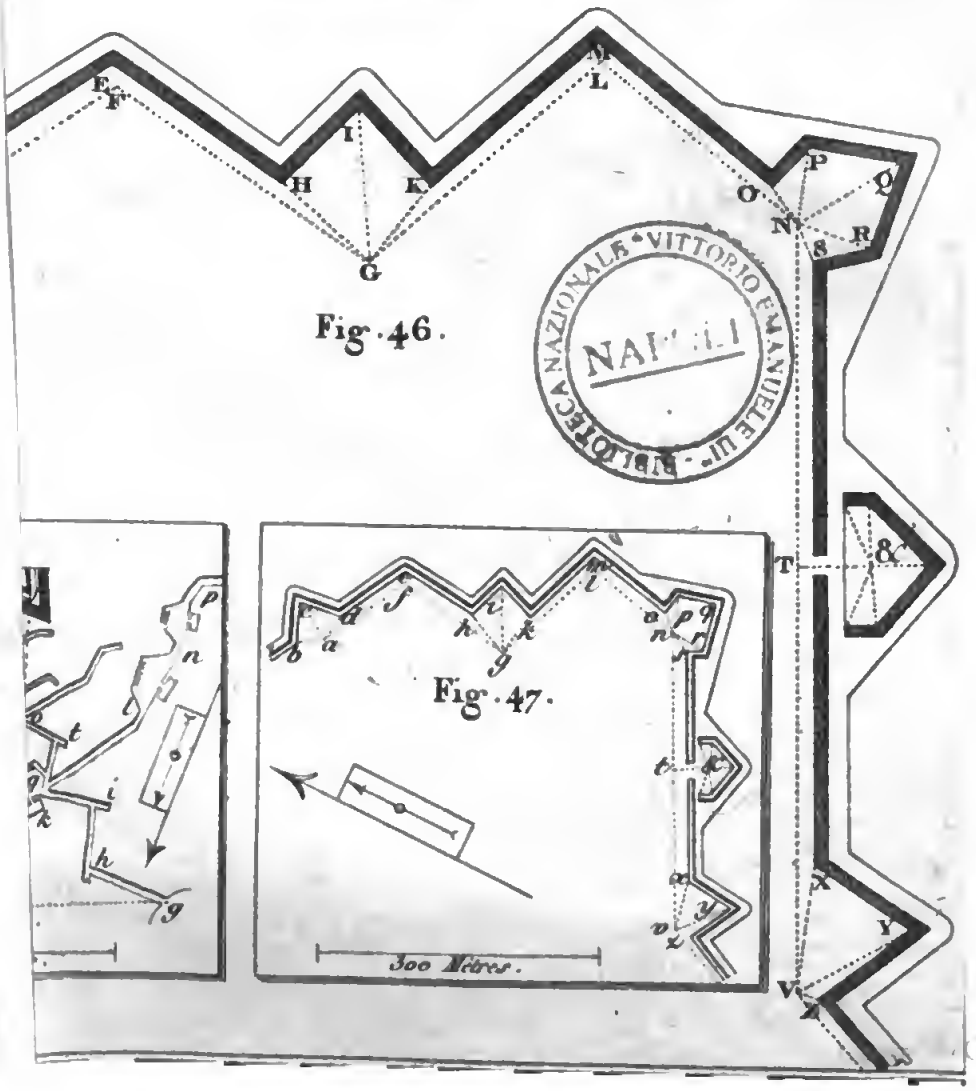
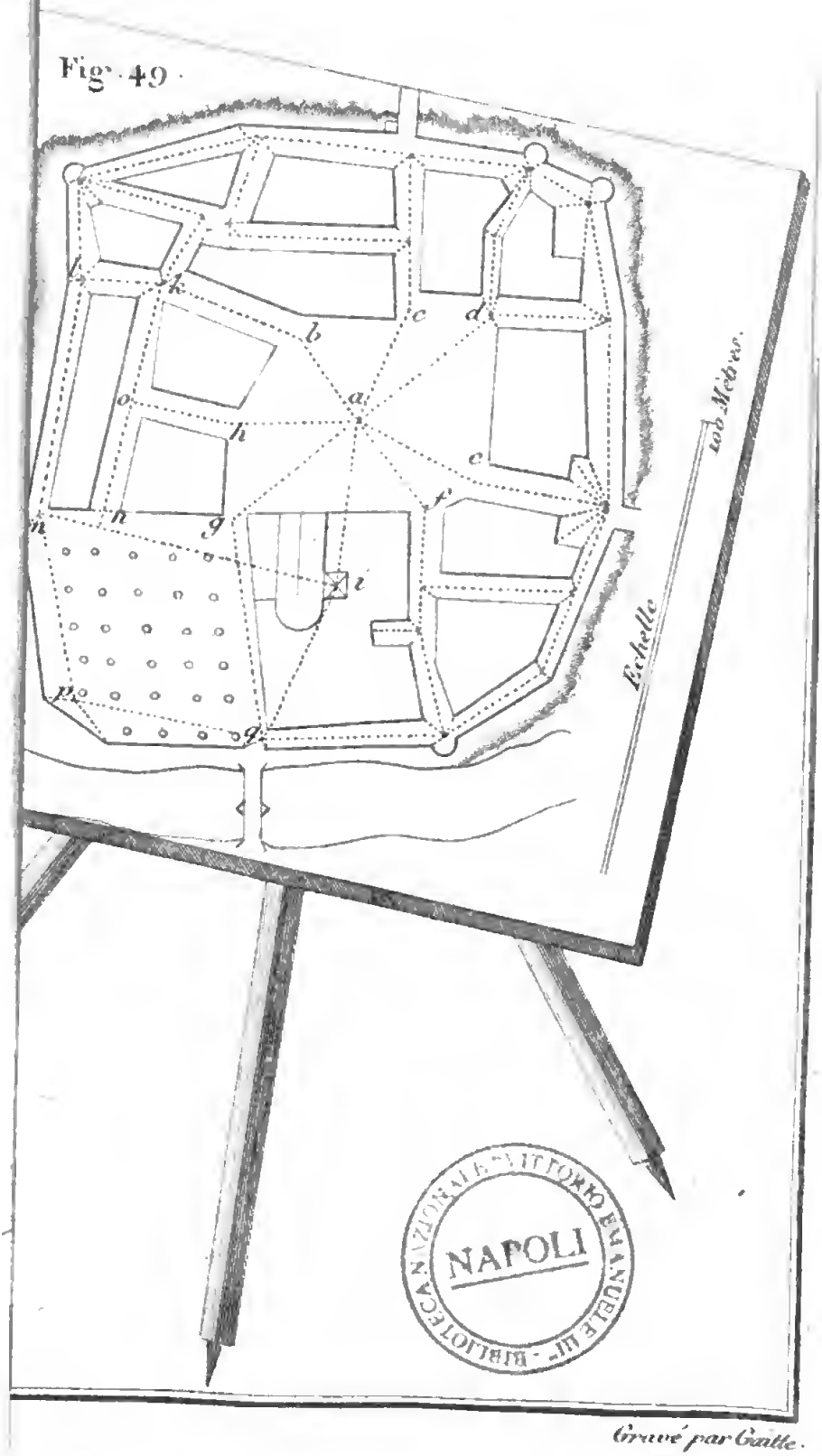


Fig. 46.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Fig. 47.

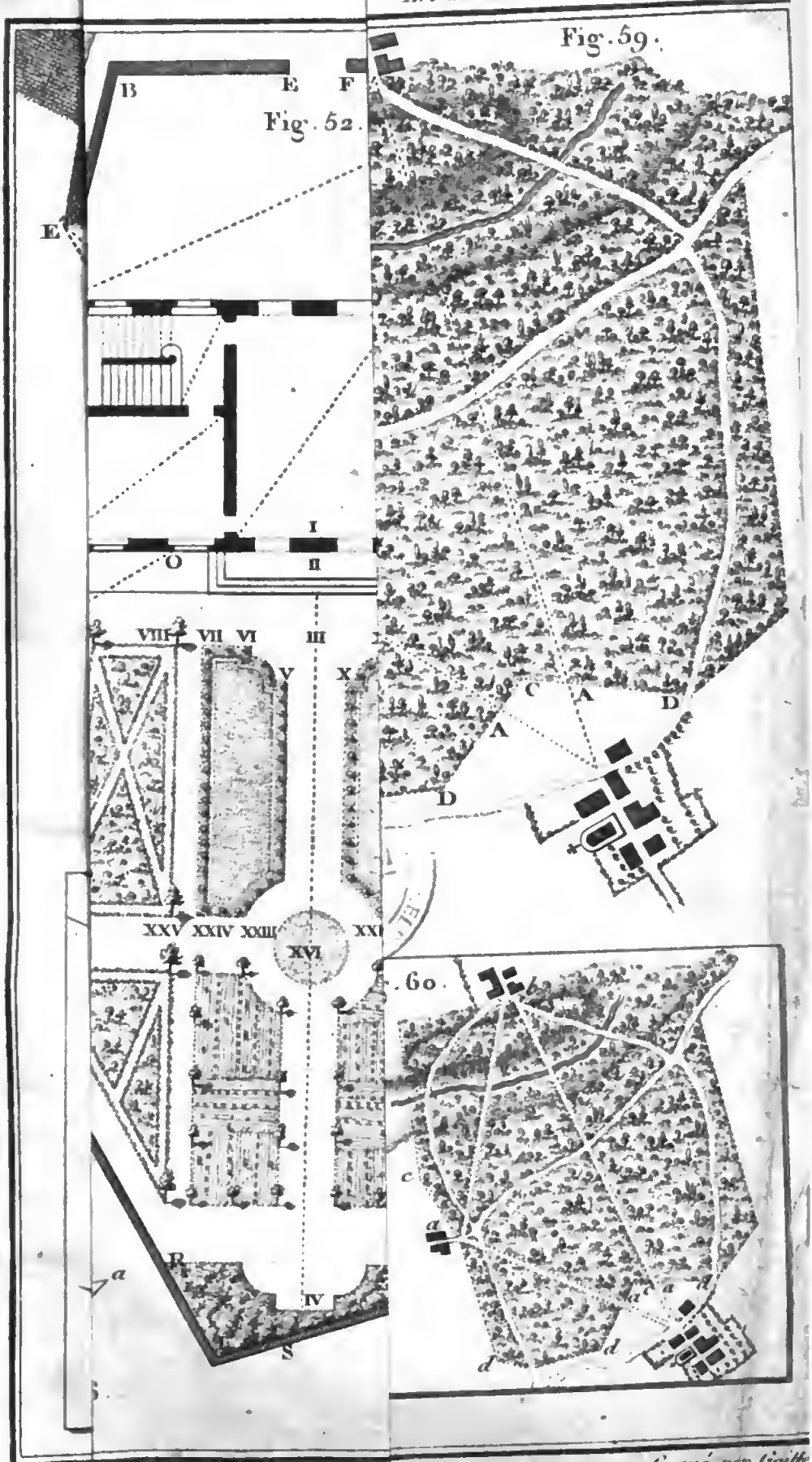
Fig. 49.



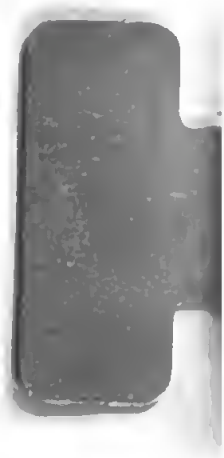
BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

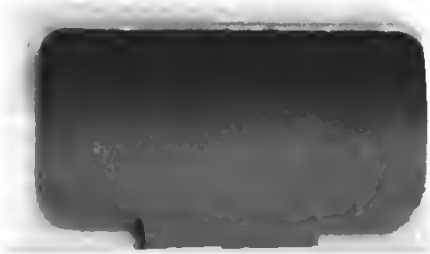
Gravé par Gaitte.

Digitized by Google



Gravé par Gaitte





Digitized by Google

BIBLIOTECA